666.44
ป 987 ก
ร.3

การศึกษาเปรียบเทียบผลของเคลือบที่เกิดขึ้นหลังการเผาระหว่าง เคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์กับ เคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์

14 ก.ค. 2540

ปริญญานิพนธ์

ของ

เบญจลักษณ์ เมืองมีศรี

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา
ธันวาคม 2538

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

66967

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

.....ประธาน

(ผศ.โกมล รักษ์วงศ์)

.....กรรมการ

(ดร.อุปวิทย์ สุวคันธกุล)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธาน

(ผศ.โกมล รักษ์วงศ์)

.....กรรมการ

(ดร.อุปวิทย์ สุวคันธกุล)

.....กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม

(รศ.ทวี พรหมพฤกษ์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ดร.ศิริยุภา พูลสุวรรณ)

วันที่ 21 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2539

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีนั้น เพราะได้รับความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์โกมล รักษ์วงศ์ และดร.อุปวิทย์ สุวค้นธกุล ที่ได้กรุณาเป็นที่ปรึกษาในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ทั้งได้กรุณาให้คำแนะนำปรึกษาตรวจแก้ไขข้อบกพร่องผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ทวี พรหมพฤกษ์ ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบ พร้อมกับให้ข้อเสนอแนะเพื่อให้งานวิจัยมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น กราบขอบพระคุณ อาจารย์สมศักดิ์ ชวาลาวัณย์ อาจารย์ปรีชา อมรรัตน์ และคุณพินิจ วรรณีเวชศิลป์ ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์ผลการวิจัย

ขอขอบคุณ อาจารย์สุชาดา เพ็ญบุญมี คุณสมศักดิ์ ลาภสุวรรณวงศ์ และคุณนิพนธ์ สงเคราะห์ ที่ให้การแนะนำสนับสนุนช่วยเหลือในการทำวิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบคุณ ภาควิชาเครื่องปั้นดินเผา สถาบันราชภัฏพระนคร ภาควิชาอุตสาหกรรมศิลป์ สถาบันราชภัฏสุราษฎร์ธานี ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่พร้อมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิจัย

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอมอบความดีทั้งหมดของงานวิจัย แด่ บิดา-มารดา ผู้ให้ทุนสนับสนุนและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

เบญจลักษณ์ เมืองมีศรี

การศึกษาเปรียบเทียบผลของเคลือบที่เกิดขึ้นหลังการเผาระหว่าง เคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์กับ เคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์

บทคัดย่อ

ของ

เบญจลักษณ์ เมืองมีศรี

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา

ธันวาคม 2538

การวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษาเปรียบเทียบผลของเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์กับเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชัน และรีดักชัน ที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส โดยการเปรียบเทียบระหว่างสีของทองแดงออกไซด์ ในบรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชัน กับเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศการเผาแบบรีดักชัน และสีของเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชัน กับทองแดงออกไซด์ในบรรยากาศการเผาแบบรีดักชัน นอกจากนี้ยังเปรียบเทียบผลของเคลือบในลักษณะความมันของเคลือบ และความสมบูรณ์ของเคลือบเฟลด์สปาร์ทั้ง 6 สูตร ที่มีสัดส่วนระหว่างอลูมินาต่อซิลิกาแตกต่างกัน

ผลการทดลองพบว่า ทองแดงออกไซด์ที่สามารถให้สีเขียวในบรรยากาศออกซิเดชัน ให้สีเขียวที่แตกต่างกับเหล็กออกไซด์ที่ให้สีเขียวในบรรยากาศรีดักชัน และเหล็กออกไซด์ที่สามารถให้สีน้ำตาลถึงแดง ในบรรยากาศออกซิเดชันให้สีน้ำตาลถึงแดงที่แตกต่างกับทองแดงออกไซด์ ในบรรยากาศรีดักชัน และเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีสัดส่วนระหว่างอลูมินา ต่อซิลิกาแตกต่างกันจะให้ลักษณะความมันและความสมบูรณ์ของเคลือบต่างกัน

A COMPARATIVE STUDY OF OUTCOMES OF THE FIRING BETWEEN COPPER OXIDE FELDSPARTHIC GLAZE AND FERRIC OXIDE FELDSPARTHIC GLAZE

AN ABSTRACT

BY

BENCHALAK MUANGMEESRI

Presented in Partial fulillment of the requirment for the Master of Education degree in Industrial Education at Srinakharinwirot University

December 1995

This research aims to study the comparative outcome of feldsparthic glaze that has a mixture of copper oxide with feldsparthic glaze that has a mixture of ferric oxide in oxidation firing and reduction firing at the temperature 1,250 C.by comparing the colour of copper oxide and ferric oxide in the atmosphere of oxidation firing and that of ferric xide in the atmosphere reduction firing and also the colour of ferric oxide in the atmosphere of oxidation firing with the colour of copper oxide in the atmosphere of reduction firing. Apart from this, there is a comparative outcome in the nature of gloss and perfection of feldsparthic glaze in the six formulas that have the ratio of difference during alumina per silica.

The test outcome finds that the copper oxide to put green colour in the atmosphere of oxidation is different from that of ferric oxide in the atmosphere of reduction and the ferric oxide to put brown to red colour in the atmosphere of oxidation that gives the brown to red colour is defferent from that of the copper oxide in the atmosphere of reduction. And the feldsparthic glaze with the difference of alumina

per silica will give the feature of gloss and perfection of different glaze.

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการวิจัย	4
	ความสำคัญของการวิจัย	5
	ขอบเขตของการวิจัย	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ	7
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
	ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเคลือบ	10
	เคลือบเฟลด์สปาร์	16
	สีทางเซรามิกส์	16
	วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง	19
	การคำนวณน้ำเคลือบ	30
	การเตรียมเคลือบและการเคลือบ	34
	การเผาเคลือบ	40
	ความสมบูรณ์และความมันของเคลือบ	42

บทที่ หน้า

บรรยากาศในการเผาเคลือบ 43

เตาแก๊สทางเดินลงร้อนลง 44

อุปกรณ์และเครื่องมือวัดอุณหภูมิในเตาเผา 44

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 46

3 วิธีดำเนินการวิจัย 48

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง 48

ตัวแปรที่จะศึกษา 53

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง 54

การดำเนินการทดลอง 55

สถานที่และระยะเวลาในการทดลอง 67

การวิเคราะห์ข้อมูล 67

เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล 67

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 69

ผลการวิเคราะห์สีของเคลือบ..... 69

ผลการวิเคราะห์ลักษณะความมัน..... 100

ผลการวิเคราะห์ลักษณะความสมบูรณ์ของเคลือบ..... 104

บทที่ หน้า

5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ..... 110

ความมุ่งหมายของการวิจัย..... 110

ตัวแปรที่จะศึกษา..... 110

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง..... 111

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง..... 111

การดำเนินการทดลอง..... 112

การวิเคราะห์ผล..... 112

สรุปผลการทดลอง..... 112

อภิปรายผล..... 116

ข้อเสนอแนะ..... 119

บรรณานุกรม..... 121

ภาคผนวก..... 124

ประวัติย่อของผู้วิจัย..... 165

บัญชีตาราง

ตาราง หน้า

1 แสดงการคำนวณค่าวัตถุดิบ..... 32

2 ตัวอย่างการคำนวณส่วนผสมเป็นร้อยละ..... 34

3 แสดงอัตราส่วนผสมของเคลือบพื้นฐาน..... 52

4 แสดงอัตราส่วนผสมของเคลือบ..... 57

5 แสดงผลการวิเคราะห์สีของทองแดงออกไซด์ในการ
เผาแบบออกซิเดชัน กับสีของเหล็กออกไซด์ในการ
เผาแบบรีดักชันโดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ สูตรที่ 1..... 70

6 แสดงผลการวิเคราะห์สีของทองแดงออกไซด์ในการ
เผาแบบออกซิเดชัน กับสีของเหล็กออกไซด์ในการ
เผาแบบรีดักชันโดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ สูตรที่ 2..... 72

7 แสดงผลการวิเคราะห์สีของทองแดงออกไซด์ในการ
เผาแบบออกซิเดชัน กับสีของเหล็กออกไซด์ในการ
เผาแบบรีดักชันโดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ สูตรที่ 3..... 74

8 แสดงผลการวิเคราะห์สีของทองแดงออกไซด์ในการ
เผาแบบออกซิเดชัน กับสีของเหล็กออกไซด์ในการ
เผาแบบรีดักชันโดยใช้เคลือบ เฟลด์สปาร์ สูตรที่ 4..... 76

ตาราง หน้า

9 แสดงผลการวิเคราะห์สีของทองแดงออกไซด์ในการ
เผาแบบออกซิเดชัน กับสีของเหล็กออกไซด์ในการ
เผาแบบรีดักชันโดยใช้เคลือบ เฟลด์สปาร์ สูตรที่ 5..... 78

10 แสดงผลการวิเคราะห์สีของทองแดงออกไซด์ในการ
เผาแบบออกซิเดชัน กับสีของเหล็กออกไซด์ในการ
เผาแบบรีดักชันโดยใช้เคลือบ เฟลด์สปาร์ สูตรที่ 6..... 80

11 แสดงผลการวิเคราะห์สีของเหล็กออกไซด์ในการ
เผาแบบออกซิเดชัน กับสีของทองแดง ในการเผา
แบบรีดักชันโดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ สูตรที่ 1..... 82

12 แสดงผลการวิเคราะห์สีของเหล็กออกไซด์ในการเผา
แบบออกซิเดชัน กับสีของทองแดงในการเผา
แบบรีดักชันโดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ สูตรที่ 2..... 84

13 แสดงผลการวิเคราะห์สีของเหล็กออกไซด์ในการเผา
แบบออกซิเดชัน กับสีของทองแดงในการเผา
แบบรีดักชันโดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ สูตรที่ 3..... 86

14 แสดงผลการวิเคราะห์สีของเหล็กออกไซด์ในการเผา
แบบออกซิเดชัน กับสีของทองแดงในการเผา
แบบรีดักชันโดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ สูตรที่ 4..... 88

ตาราง หน้า

15 แสดงผลการวิเคราะห์สีของเหล็กออกไซด์ในการเผา
แบบออกซิเดชัน กับสีของทองแดงในการเผา
แบบรีดักชันโดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ สูตรที่ 5..... 90
16 แสดงผลการวิเคราะห์สีของเหล็กออกไซด์ในการเผา
แบบออกซิเดชัน กับสีของทองแดงในการเผา
แบบรีดักชันโดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ สูตรที่ 6..... 92
17 แสดงผลการวิเคราะห์สีของเคลือบที่เกิดขึ้นหลัง
การเผาทองแดงออกไซด์และเหล็กออกไซด์ใน
บรรยากาศแบบออกซิเดชันโดยการใช้เคลือบเฟลด์สปาร์
สูตร 1-6..... 94
18 แสดงผลการวิเคราะห์สีของเคลือบที่เกิดขึ้นหลังการเผา
ทองแดงออกไซด์และเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศแบบรีดักชัน
โดยการใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ สูตร 1-6..... 97
19 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะความมันของเคลือบที่เกิดขึ้น
หลังการเผาทองแดงออกไซด์และเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศ
แบบออกซิเดชันโดยการใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ สูตร 1-6..... 101

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ หน้า

1 แสดงสัดส่วนของอลูมินาต่อซิลิกาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง..... 49

2 แสดงการดำเนินการทดลอง..... 66

3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับอุณหภูมิในบรรยากาศการ
เผาแบบออกซิเดชัน ที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส..... 126

4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับอุณหภูมิในบรรยากาศการ
เผาแบบรีดักชัน ที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส..... 127

5 ชิ้นทดลองเคลือบเฟลด์สปาร์ สูตร 1-6 ที่มีส่วนผสมของ
ทองแดงออกไซด์ เผาในบรรยากาศแบบออกซิเดชัน..... 130

6 ชิ้นทดลองเคลือบเฟลด์สปาร์ สูตร 1-6 ที่มีส่วนผสมของ
เหล็กออกไซด์ เผาในบรรยากาศแบบรีดักชัน..... 130

7 ชิ้นทดลองเคลือบเฟลด์สปาร์ สูตร 1-6 ที่มีส่วนผสมของ
เหล็กออกไซด์เผาในบรรยากาศแบบออกซิเดชัน..... 131

8 ชิ้นทดลองเคลือบเฟลด์สปาร์ สูตร 1-6 ที่มีส่วนผสมของ
ทองแดงออกไซด์ เผาในบรรยากาศแบบรีดักชัน..... 131

9 ตารางเทียบสีสำเร็จรูปในเคลือบของบริษัทด้นแคนเซรามิกส์ เฟสโน 133

ตาราง หน้า

20 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะความมันของเคลือบที่เกิดขึ้น
หลังการเผาทองแดงออกไซด์และเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศ
แบบรีดักชันโดยการใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ สูตร 1-6..... 103

21 แสดงผลวิเคราะห์ลักษณะความสมบูรณ์ของเคลือบที่เกิดขึ้น
หลังการเผาทองแดงออกไซด์และเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศ
แบบออกซิเดชันโดยการใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ สูตร 1-6..... 106

22 แสดงผลวิเคราะห์ลักษณะความสมบูรณ์ของเคลือบที่เกิดขึ้น
หลังการเผาทองแดงออกไซด์และเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศ
แบบรีดักชันโดยการใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ สูตร 1-6 108

23 เทียบอุณหภูมิ..... 128

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

น้ำเคลือบ (glazes) คือสารประกอบของซิลิเกตที่ผสมกับสารประกอบอย่างอื่นที่เป็นตัวช่วยหลอมละลาย อาจมีออกไซด์ของโลหะผสมในเคลือบ เพื่อทำให้เคลือบทึบหรือเกิดสีต่าง ๆ ในเคลือบเมื่อเผาส่วนผสมของน้ำเคลือบจนถึงอุณหภูมิที่ทำให้เคลือบหลอมละลายแล้ว น้ำเคลือบจะรวมตัวเป็นเนื้อเดียวกันและเมื่อเย็นตัวจะมีลักษณะเหมือนแก้วฉาบติดอยู่บนผลิตภัณฑ์การเคลือบ จึงมีประโยชน์ต่อผลิตภัณฑ์เป็นอย่างมาก เช่น ช่วยให้ทำความสะอาดได้ง่ายยิ่งขึ้น ป้องกันการซึมผ่านหรือการกัดกร่อนของของเหลว เพิ่มความแข็งแกร่งและเพิ่มความสวยงามให้แก่ผลิตภัณฑ์ คุณสมบัติดังกล่าวจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณค่ามากยิ่งขึ้น (สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์. 2531 : 1) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องความสวยงามของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญที่ทำให้ผู้ใช้ตัดสินใจว่าจะเลือกใช้ผลิตภัณฑ์ชิ้นใดความสวยงามของผลิตภัณฑ์นั้น ย่อมมีความสัมพันธ์กับน้ำเคลือบเช่นกัน น้ำเคลือบจะมีความสวยงามเพียงไร ย่อมขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายประการ เช่น ความมันหรือความด้านของน้ำเคลือบ ความสมบูรณ์ของน้ำเคลือบ ซึ่งหมายถึงลักษณะของผิวเคลือบที่มีผิวเรียบไม่มีรอยราน รอยแตกร้าวหรือแม้แต่ฟองอากาศทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ นอกจากนี้สีของน้ำเคลือบนับว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญประการหนึ่ง เพราะสีจะทำให้ผู้พบเห็นสะดุดตาก่อนคุณ

สมบัติด้านอื่น ๆ สีต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในน้ำเคลือบนั้นเกิดจากการผสมออกไซด์ของโลหะที่มีคุณสมบัติในการให้สีลงในส่วนผสม (สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์. 2531 : 16) สีที่ได้นั้นจะแตกต่างกันตามชนิดของออกไซด์ ปริมาณของออกไซด์ วัตถุดิบชนิดอื่น ๆ ที่ผสมอยู่ในน้ำเคลือบและบรรยากาศของการเผา ได้แก่ การเผาแบบออกซิเดชัน (oxidationfiring) และแบบรีดักชัน (reduction firing) ปัจจัยเหล่านี้ล้วนมีผลต่อสีและลักษณะของเคลือบที่เกิดขึ้นหลังการเผาทั้งสิ้น ผู้ผลิตไม่สามารถทำนายผลได้อย่างถูกต้อง เพราะว่าในเคลือบแต่ละอย่างมีวัตถุดิบหลายชนิดที่ต้องคำนึงถึงและยังมีความซับซ้อนต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและสภาวะการเผา การจะหาขอบเขตจำกัดของส่วนผสมของเคลือบที่ดีที่สุดนั้น จำเป็นจะต้องเตรียมเคลือบจำนวนมากชุบเคลือบบนแผ่นทดลองและเผาที่อุณหภูมิเหมาะสม ทดลองจัดส่วนผสมของเคลือบหลาย ๆ ส่วนผสมซึ่งจะได้ส่วนผสมของเคลือบที่ดีและไม่ดีก็ได้

เคลือบเฟลด์สปาร์ (feldsparthic glazes) เป็นเคลือบชนิดหนึ่งที่ใช้เฟลด์สปาร์เป็นส่วนประกอบหลัก (Fournier. 1977 : 81) ซึ่งเป็นเคลือบที่ใช้กับผลิตภัณฑ์สโตนแวร์ ที่อุณหภูมิในการเผา 1,250 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ใช้ในการผลิต ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์นอกจากนี้เฟลด์สปาร์ที่เป็นส่วนประกอบหลักยังมีราคาถูกและไม่ละลายน้ำอีกด้วย

ทองแดงออกไซด์ (copper oxide) และเหล็กออกไซด์ (ferric oxide) เป็นออกไซด์ที่ทำให้เกิดสีในเคลือบวัตถุดิบทั้งสองชนิดนี้นิยมใช้กันโดยทั่วไปในอุตสาหกรรมเซรามิกส์ เนื่องจากเป็นออกไซด์ที่หาง่าย ราคาถูก ซึ่งเป็นออกไซด์ที่ทำให้เกิดสีเขียว และสีน้ำตาลในเคลือบ จึงเป็นสีที่นิยมใช้ทำผลิตภัณฑ์เซรามิกส์

นอกจากนี้คุณสมบัติที่น่าสนใจของออกไซด์ทั้งสองชนิด อีกประการหนึ่งคือสามารถให้ลักษณะสีเดียวกันในสภาวะการเผาที่ต่างกัน กล่าวคือทองแดง-ออกไซด์จะให้สีเขียวในเคลือบ เมื่อเผาในบรรยากาศแบบออกซิเดชันและให้สีน้ำตาลในเคลือบเมื่อเผาในบรรยากาศแบบรีดักชัน ส่วนเหล็กออกไซด์จะให้สีน้ำตาลในเคลือบเมื่อเผาในบรรยากาศแบบออกซิเดชัน และจะให้สีเขียวในเคลือบเมื่อเผาในบรรยากาศแบบรีดักชัน (Norton. 1974 : 195) แต่การใช้ออกไซด์ทั้งสองชนิดนี้ ไม่สามารถที่จะบอกได้ว่าจะใช้ปริมาณออกไซด์แต่ละตัวจำนวนเท่าไร จึงจะเกิดสีได้ตามต้องการ หากมีการทดลองหาขอบเขตการใช้ออกไซด์ทั้งสองชนิดนี้ในบรรยากาศที่แตกต่างกันก็จะสามารถเปรียบเทียบสีที่เกิดขึ้นได้ว่าจะใช้ออกไซด์ แต่ละตัวจำนวนเท่าไรที่จะทำให้สีเคลือบใกล้เคียงกันในบรรยากาศที่ต่างกัน หรือสีที่ต่างกันนั้นต่างกันอย่างไร อันจะทำให้เกิดประโยชน์ ในการเลือกใช้อัตราส่วนผสมของน้ำเคลือบ ซึ่งหากต้องการสีเขียวของเหล็กออกไซด์โดยปกติจะต้องเผาในบรรยากาศรีดักชัน ด้วยเตาแก๊สทางเดินลมร้อนลงก็สามารถที่จะใช้ทองแดงออกไซด์ โดยการเผาในบรรยากาศออกซิเดชันทดแทนได้เพื่อให้เหมาะสมกับวัตถุดิบและเตาเผาที่มีอยู่ เป็นต้น

นอกจากนี้น้ำเคลือบแต่ละชนิดยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของออกไซด์ในเคลือบด้วย ดังเช่น สุมาลี ลิขิตวนิชกุล (2529 : 7) ได้ทำการทดลองน้ำเคลือบสีแดงจากโครมิกออกไซด์พบว่า สัดส่วนของอลูมินา และซิลิกาที่เปลี่ยนไป ทำให้สีของน้ำเคลือบแปรเปลี่ยนไปตามสัดส่วนด้วย ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจะทดลองหาขอบเขตการใช้ทองแดงออกไซด์ และเหล็กออกไซด์ในเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีสัดส่วนของอลูมินาต่อซิลิกาที่แตกต่างกัน เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบผลของสี ความมัน และความสมบูรณ์

ของเคลือบที่เกิดจากการเผาทองแดงออกไซด์ และเหล็กออกไซด์ว่าจะมีสีที่เหมือนหรือต่างกันอย่างไรในบรรยากาศที่แตกต่างกัน และมีสี ความมันและความสมบูรณ์ของเคลือบเหมือนหรือต่างกันอย่างไร ในสูตรเคลือบเฟลด์สปาร์ที่แตกต่างกันเพื่อเป็นประโยชน์แก่วงการเซรามิกส์ จะช่วยให้สามารถกำหนดขอบเขตส่วนผสมของเคลือบ และออกไซด์ได้สะดวกอีกยังสามารถเป็นข้อมูลในการเลือกใช้อัตราส่วนผสมของน้ำเคลือบให้เหมาะสมกับชนิดของเตาเผา และบรรยากาศในการเผา โดยไม่จำเป็นต้องมีการทดลองเปลี่ยนแปลงส่วนผสมจำนวนมากต่อไป

<u>ความมุ่งหมายของการวิจัย</u>

1. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบระหว่างสีของเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์กับสีของคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศแบบออกซิเดชันและรีดักชัน

2. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบระหว่างสี ความมัน และความสมบูรณ์ของเคลือบที่ใช้ทองแดงออกไซด์ในเคลือบเฟลด์สปาร์ 6 สูตร หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน และรีดักชัน

3. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบระหว่างสี ความมัน และความสมบูรณ์ของเคลือบที่ใช้เหล็กออกไซด์ในเคลือบเฟลด์สปาร์ 6 สูตร หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน และรีดักชัน

ความสำคัญของการวิจัย

1. เป็นข้อมูลให้ผู้สนใจในการเผาผลิตภัณฑ์ได้เลือกใช้อัตราส่วนผสมของน้ำเคลือบเพื่อให้ได้สี ความมัน ความสมบูรณ์ของเคลือบตามความต้องการ

2. เป็นข้อมูลในการเลือกใช้อัตราส่วนผสมของน้ำเคลือบ เพื่อให้เหมาะสมกับชนิดของเตาเผาและบรรยากาศในการเผา

ขอบเขตของการวิจัย

เพื่อให้การวิจัยครั้งนี้บรรลุตามจุดมุ่งหมาย ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตไว้ดังนี้

1. วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง จากแหล่งการค้าทั่วไป ได้แก่

   1.1 ทองแดงออกไซด์

   1.2 เหล็กออกไซด์

   1.3 โปแตสเฟลด์สปาร์ (potash feldspar)

   1.4 โดโลไมท์ (dolomite)

   1.5 แคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate)

   1.6 แบเรียมคาร์บอเนต (barium carbonate)

   1.7 สังกะสีออกไซด์ (zinc oxide)

   1.8 ควอทซ์ (quartz)

   1.9 ดินขาว (kaolin) จังหวัดระนอง

2. ตัวแปรที่ศึกษา

   2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่

2.1.1 อัตราส่วนผสมของเคลือบพื้นฐานจำนวน 6 สูตร

2.1.2 ปริมาณของทองแดงออกไซด์ในเคลือบเฟลด์สปาร์

2.1.3 ปริมาณของเหล็กออกไซด์ในเคลือบเฟลด์สปาร์

2.1.4 บรรยากาศในการเผาเคลือบ

2.1.4.1 บรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชัน

2.1.4.2 บรรยากาศการเผาแบบรีดักชัน

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ลักษณะของเคลือบ มีดังนี้คือ

2.2.1 สีของเคลือบ

2.2.2 ลักษณะความมันของเคลือบ

2.2.3 ลักษณะความสมบูรณ์ของเคลือบ

3. อัตราส่วนผสมของเคลือบพื้นฐานที่ทำการทดลองครั้งนี้ เป็นชนิดเคลือบใส (clear glaze) โดยค่าโมลของกลุ่มด่างคงที่และแปรค่าโมลของกลุ่มกลางและกลุ่มกรดดังนี้

ด่าง	กลาง	กรด
0.25 K_2O		
0.50 CaO		
0.10 MgO	0.30-0.45 Al_2O_3	2.10-3.15 SiO_2
0.10 BaO		
0.05 ZnO		

4. ปริมาณการใช้ทองแดงออกไซด์และเหล็กออกไซด์แบ่งเป็นช่วงโดยเพิ่มขึ้นร้อยละ 2 ของน้ำหนักเคลือบ ตั้งแต่ร้อยละ 1 ถึงร้อยละ 19

5. ความถ่วงจำเพาะของน้ำเคลือบ 1.4

6. การทดลองครั้งนี้เคลือบด้วยวิธีจุ่มใช้เวลาจุ่ม 5 วินาที

7. การทดลองเผาใช้เตาแก๊สทางเดินลมร้อนลง

8. อัตราเร่งในการเผาเคลือบเฉลี่ย 150 องศาเซลเซียส ต่อชั่วโมง

9. อัตราการรีดักชันวัดจากความยาวของเปลวไฟห่างจากเตาเผา 5-7 เซนติเมตร ที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส

10. เนื้อดินปั้น ที่ใช้ทำชิ้นทดลองในครั้งนี้ คือเนื้อดินปั้นเป็นดินดำผสมของบริษัทคอมพาวด์เคลย์

11. แผ่นทดลอง (test piece) มีขนาด 3 x 3 x 0.6 เซนติเมตร ผ่านการเผาดิบ (biscuit firing) ที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส

12. ใช้ตารางเทียบสีสำเร็จรูปในเคลือบของบริษัทดันแคนเซรามิกส์เฟสโน (Duncan Ceramic's Fresno)

<u>นิยามศัพท์เฉพาะ</u>

1. เคลือบเฟลด์สปาร์ หมายถึงเคลือบที่มีแร่เฟลด์สปาร์(feldspar) เป็นวัตถุดิบหลักในส่วนผสมของเคลือบ

2. สัดส่วนของอลูมินาต่อซิลิกา หมายถึง สัดส่วนระหว่างจำนวนโมลของอลูมินาและซิลิกาในสูตรพื้นฐาน

3. อัตราส่วนผสมของเคลือบพื้นฐาน หมายถึง ปริมาณของวัตถุดิบที่นำมาผสมเข้าด้วยกันเป็นเคลือบใสไม่มีสีที่เกิดขึ้นจากออกไซด์ คิดเป็นอัตราส่วนร้อยละ

4. ออกไซด์ หมายถึง สารประกอบของธาตุกับออกซิเจน ซึ่งการรวมตัวนี้อัตราส่วนอาจจะแตกต่างกัน เช่น 1 : 1, 2 : 1 หรือ 2 : 3

5. ทองแดงออกไซด์ หมายถึง ออกไซด์ของโลหะทองแดงที่มีคุณสมบัติในการให้สีในเคลือบ มีสูตรทางเคมี คือ CuO

6. เหล็กออกไซด์ หมายถึง ออกไซด์ของโลหะเหล็กที่มีคุณสมบัติในการให้สีในเคลือบมีสูตรทางเคมี คือ Fe_2O_3

7. บรรยากาศแบบออกซิเดชัน หมายถึง การเผาที่มีออกซิเจนช่วยให้การเผาไหม้สมบูรณ์ไม่มีควัน

8. บรรยากาศแบบรีดักชัน หมายถึง การเผาแบบไม่สมบูรณ์หรือมีควัน

9. สีของเคลือบ หมายถึง ผลของปฏิกริยาของสารให้สีที่เกิดขึ้นหลังจากการเผาเคลือบ โดยใช้เกณฑ์ของบริษัทดันแคนเซรามิกส์ เฟสโน

10. ลักษณะความมันของเคลือบ หมายถึง ความแวววาวของเคลือบ ซึ่งแบ่งเป็นเคลือบไม่หลอมละลาย เคลือบด้าน เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน เคลือบมันแวววาว

11. ความสมบูรณ์ของเคลือบ หมายถึง เคลือบที่ปราศจากการเกิดรูเข็ม การราน การพองตัว การแยกตัวกันของเคลือบ

12. ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่มีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 10 ปี ซึ่งประกอบด้วยผู้สอนในสาขาวิชาเซรามิกส์และผู้ที่ทำงาน ในสถานประกอบการอุตสาหกรรมเซรามิกส์ระดับหัวหน้างาน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทดลองที่เกี่ยวข้องกับเคลือบผลิตภัณฑ์เซรามิกส์นั้น มีตัวแปรที่เข้ามาเกี่ยวข้องมากมาย และเพื่อได้ให้ผลบรรลุตามจุดมุ่งหมายผู้วิจัยจึงได้ค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ละเอียดที่สุดดังหัวข้อต่อไปนี้

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเคลือบ
2. เคลือบเฟลด์สปาร์
3. สีทางเซรามิกส์
4. วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง
5. การคำนวณน้ำเคลือบ
6. การเตรียมเคลือบและการเคลือบ
7. การเผาเคลือบ
8. ความสมบูรณ์และความมันของเคลือบ
9. บรรยากาศในการเผาเคลือบ
10. เตาแก๊สทางเดินลมร้อนลง
11. อุปกรณ์และเครื่องมือวัดอุณหภูมิในเตาเผา
12. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. <u>ความรู้ทั่วไป เกี่ยวกับเคลือบ</u>

1.1 ความหมายของเคลือบ เคลือบ หมายถึง แก้วพิเศษชนิดหนึ่งมีลักษณะแตกต่างจากแก้วที่ทำกระจก สามารถติดแน่นอยู่กับผิวดินเมื่อได้รับอุณหภูมิสูง (Fournier. 1977 : 94) ซึ่งวัสดุที่นำมาทำเคลือบนี้ประกอบด้วยอลูมินาและซิลิกา (ทวี พรหมพฤกษ์. 2523: 94) นอกจากนี้ สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์ (2534 : 1)ยังกล่าวว่าน้ำเคลือบอาจจะมีออกไซด์ของโลหะผสมลงไปด้วย เพื่อให้เกิดสีและทึบในเคลือบ

1.2 ความมุ่งหมายของการเคลือบ ผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาอาจจะเคลือบหรือไม่เคลือบก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานและความต้องการของผู้ใช้ ผลิตภัณฑ์บางชนิดไม่ต้องการเคลือบแต่ผลิตภัณฑ์บางชนิดต้องการเคลือบซึ่งมีจุดมุ่งหมายคือ (สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์. 2534 : 1)

1. เพื่อป้องกันการซึมผ่านของแก๊สและน้ำ
2. เพื่อให้มีความแข็งแกร่งทนต่อการกัดกร่อนต่าง ๆ
3. เพื่อให้มีความสวยงามน่าใช้
4. เพื่อป้องกันไม่ให้สกปรกง่ายและสะดวกในการทำความสะอาด
5. เพื่อให้มีความทนทานต่อการกระแทกเสียดสีได้ดี

1.3 วัตถุดิบที่ใช้ในการทำเคลือบ วัตถุดิบที่นำมาเป็นส่วนผสมของเคลือบเป็นสารประกอบที่ซับซ้อน และมักมีสิ่งสกปรกเจือปนนอกเหนือจากส่วนประกอบหลัก การทำน้ำเคลือบที่มากกว่าหนึ่งครั้ง โดยใช้วัตถุดิบอย่างเดียว จำนวนเท่ากัน แต่ซื้อจากแหล่งต่างกัน อาจจะได้สีเคลือบที่แตกต่างกันได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิดของ

สารนั้น ๆ และกรรมวิธีการผลิตด้วยซึ่งวัตถุดิบถ้าจัดเป็นเกรดแล้ว พอจะแบ่งได้เป็น 2 เกรด คือ เกรดทางการค้า (commercial grade) เป็นสารที่ไม่ค่อยบริสุทธิ์ และเกรดที่ใช้ในห้องทดลอง (lab grade) เป็นสารบริสุทธิ์มีราคาแพงกว่าเกรดทางการค้า ถึงแม้ว่าวัตถุดิบที่ใช้มีมากมายหลายชนิดก็ตาม สามารถแบ่งตามคุณสมบัติทางเคมีได้ 3 กลุ่มคือ (สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์. 2534 : 3)

1.3.1 กลุ่มวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติเป็นด่าง (base group) ทำหน้าที่เป็นตัวลดจุดหลอมละลาย หรือเรียกว่า "ฟลักซ์" (flux) ในทางเซรามิกส์ใช้สัญลักษณ์ R_2O และ RO วัตถุดิบกลุ่มนี้แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1.3.1.1 พวกแอลคาไล (alkalis) มีคุณสมบัติเป็นตัวช่วยหลอมละลายที่ดี (strong flux) เพิ่มการไหลตัวของเคลือบ (fluidity) และความมันแววววาว (luster) ในเคลือบ ส่วนมากละลายน้ำได้ ใช้สัญลักษณ์ R_2O ด่างพวกนี้ ได้แก่โซเดียมออกไซด์ (Na_2O) โปแตสเซียมออกไซด์ (K_2O) ลิเธียมออกไซด์(Li_2O) เป็นต้น

1.3.1.2 แอลคาไลน์เอิร์ท (alkaline earths) มีคุณสมบัติต่างจากแอลคาไล คือ ไม่ละลายน้ำ ใช้สัญลักษณ์ RO ด่างพวกนี้ได้แก่ตะกั่วออกไซด์ (PbO) สังกะสีออกไซด์ (ZnO) แบเรียมออกไซด์ (BaO) แคลเซียมออกไซด์ (CaO) แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) เป็นต้น

1.3.2 กลุ่มวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติเป็นกลาง (intermediates) ทำหน้าที่เป็นตัวทนไฟ (refractory) และตัวให้สี (colorants) ในทางเซรามิกส์ใช้สัญลักษณ์ R_2O_3 วัตถุดิบกลุ่มนี้ได้แก่ อลูมินาออกไซด์ (Al_2O_3) เหล็กออกไซด์

(Fe_2O_3) โครเมียมออกไซด์ (Cr_2O_3) พลวงออกไซด์ (Sb_2O_3) โบรอนออกไซด์ (B_2O_3) เป็นต้น

1.3.3 กลุ่มวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติเป็นกรด (acids group) ทำหน้าที่เป็นตัวทำให้เกิดแก้ว (glass forming) และทำให้เกิดทึบในเคลือบ (opacifier) ในทางเซรามิกส์ใช้สัญลักษณ์ RO_2 วัตถุดิบกลุ่มนี้ได้แก่ซิลิกา (SiO_2) ดีบุกออกไซด์ (SnO_2) ไทเทเนียมออกไซด์ (TiO_2) เป็นต้น

1.4 การจำแนกชนิดของเคลือบ ผลิตภัณฑ์เซรามิกส์นั้นมีอยู่หลายชนิดซึ่งใช้เคลือบแตกต่างกัน โดยทั่วไปแล้วชนิดของเคลือบจำแนกได้หลายลักษณะ ซึ่งมีอยู่หลายเกณฑ์มีการแบ่งดังนี้ (สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์. 2534 : 27 - 49)

1.4.1 แบ่งตามวัตถุดิบที่ใช้ ได้แก่

1.4.1.1 เคลือบตะกั่ว (lead glazes) เป็นเคลือบที่มีตะกั่วออกไซด์เป็นส่วนประกอบหลัก ซึ่งทำหน้าที่เป็นฟลักซ์ จะมีอยู่ในส่วนผสมของเคลือบประมาณร้อยละ 50 ของส่วนผสมมีจุดสุกตัวตั้งแต่ 792 องศาเซลเซียส นิยมเคลือบผลิตภัณฑ์ทางศิลปะต่างๆ กระเบื้องมุงหลังคา กระเบื้องบุผนังและอิฐโชว์ต่างๆ

1.4.1.2 เคลือบเกลือ (salt glazes) เป็นเคลือบที่หาวัตถุดิบได้ง่าย เพราะเกลือที่ใช้ในการทำเคลือบคือ เกลือแกง สีเคลือบนั้นจะเป็นสีเทาสีน้ำตาลดำ ส่วนมากใช้เคลือบผลิตภัณฑ์ท่อระบายน้ำ อิฐประดับ ไหดิน เป็นต้น

1.4.1.3 เคลือบบอแรกซ์ (borosilicate glazes) เป็นเคลือบที่มีบอแรกซ์เป็นส่วนประกอบหลัก ซึ่งทำหน้าเป็นฟลักซ์ มีจุดสุกตัวที่ 735 องศาเซลเซียสนิยมเคลือบผลิตภัณฑ์ทางศิลปะต่าง ๆ

1.4.1.4 เคลือบขี้เถ้า (ash glazes) เป็นเคลือบที่มีราคาถูกเพราะใช้ขี้เถ้าจากเศษไม้ ใบไม้ พืช มาเป็นส่วนผสมในน้ำเคลือบทำให้ได้สีโดยไม่ต้องใส่ออกไซด์ให้สี

1.4.1.5 เคลือบเฟลด์สปาร์ (feldspar glazes) เป็นเคลือบที่มีเฟลด์สปาร์เป็นส่วนประกอบหลัก ซึ่งเป็นเคลือบที่นิยมใช้ทั่ว ๆ ไปกับผลิตภัณฑ์ที่มีอุณหภูมิในการเผามากกว่า 1,200 องศาเซลเซียส

1.4.2 แบ่งตามลักษณะที่มองเห็น หรือ ตามลักษณะของผิวเคลือบได้แก่

1.4.2.1 เคลือบใส (clear glazes) เป็นเคลือบที่ใช้เคลือบผลิตภัณฑ์ที่ตกแต่งด้วยสีใต้เคลือบ หรือผลิตภัณฑ์ที่ตกแต่งด้วยน้ำดิน เพื่อที่จะให้มองเห็นส่วนที่ตกแต่งไว้

1.4.2.2 เคลือบทึบ (opague glazes) เป็นเคลือบที่ใช้เคลือบลงบนผิวผลิตภัณฑ์แล้วสามารถบังเนื้อดินไว้ได้หมดไม่เห็นสีของเนื้อดินนั้นเลย

1.4.2.3 เคลือบผลึก (crystalline glazes) เป็นเคลือบที่มีผลึกเกิดขึ้นในเคลือบหรือบนผิวเคลือบ ซึ่งอาจจะมีทั้งผลึกใหญ่และผลึกเล็กมีลักษณะต่าง ๆ กัน เคลือบผลึกส่วนมากจะเป็นเคลือบที่มีการไหลตัวดี

1.4.2.4 เคลือบด้าน (mat glazes) ลักษณะผิวเคลือบจะหยาบเล็กน้อย ไม่เป็นเงามันมีลักษณะเป็นเปลือกไข่แตกต่างจากผิวเคลือบที่ด้านอันเกิดจากการชุบเคลือบบางเกินไป หรือเผาไม่ถึงจุดสุกตัว

1.4.2.5 เคลือบราน (crackle glazes) เป็นลักษณะ

ของเคลือบอย่างหนึ่งที่มีรอยรานบนผิวเคลือบหรือที่เรียกกันว่าแตกลายงา เนื่องมาจากการขยายตัว และหดตัวของผิวเคลือบ กับเนื้อดินปั้นแตกต่างกัน ซึ่งเกิดขึ้นได้ทั้งเคลือบผิวด้านและผิวมัน

1.4.2.6 เคลือบสี (color glazes) เป็นเคลือบที่มีออกไซด์ที่ให้สีผสมอยู่สามารถทำได้ทั้งเคลือบมัน เคลือบด้าน เคลือบใสและเคลือบทึบ

1.4.2.7 เคลือบมันหรือเคลือบมุก (luster glazes) เป็นเคลือบที่มีผิวเป็นมันแววววาวมาก มีประกายคล้ายหอยมุก เมื่อใส่สารที่ให้สีจะได้เคลือบสีที่มีลักษณะเฉพาะที่สวยงาม เหมาะสำหรับใช้ตกแต่งเพื่อเพิ่มความงามให้กับผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องประดับ

1.4.3 แบ่งตามชนิดของผลิตภัณฑ์ที่นำไปเคลือบ ได้แก่

1.4.3.1 เคลือบปอร์สเลน (porcelain glazes) เป็นเคลือบที่ใช้เคลือบผลิตภัณฑ์ปอร์สเลน

1.4.3.2 เคลือบโบนไชนา (bonechina glazes) เป็นเคลือบที่ใช้เคลือบผลิตภัณฑ์โบนไชนา

1.4.3.3 เคลือบเอิร์ทเทนแวร์ (earthenware glazes) เป็นเคลือบที่ใช้เคลือบผลิตภัณฑ์เอิร์ทเทนแวร์

1.4.3.4 เคลือบสโตนแวร์ (stoneware glazes) เป็นเคลือบที่ใช้เคลือบผลิตภัณฑ์สโตนแวร์

1.4.4 แบ่งตามกรรมวิธีการผลิต ได้แก่

1.4.4.1 เคลือบดิบ (raw glazes) เป็นเคลือบที่ใช้วัตถุ

ดิบที่เตรียมได้จากสารที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น เฟลด์สปาร์ ควอทซ์ เป็นต้น มาผสมกัน แล้วนำไปบดเป็นเคลือบได้เลย

1.4.4.2 เคลือบฟริต (frit glazes) เป็นเคลือบที่มีส่วนผสมของสารที่มีพิษ เช่น ตะกั่ว บอแรกซ์จึงต้องทำสารเหล่านี้ให้เป็นฟริตเพื่อทำให้สารที่ละลายน้ำได้เป็นสารที่ไม่ละลายน้ำ และสารที่เป็นพิษไม่ให้มีพิษ

1.4.5 แบ่งตามความทนไฟ ได้แก่

1.4.5.1 เคลือบไฟสูง (high temperature glazes) เป็นเคลือบที่ต้องเผาในอุณหภูมิสูงคือประมาณ 1,230 - 1,460 องศาเซลเซียส

1.4.5.2 เคลือบไฟปานกลาง (intermediate temperature glazes) เป็นเคลือบที่ต้องใช้อุณหภูมิในการเผาปานกลางประมาณ 1,000 - 1,230 องศาเซลเซียส

1.4.5.3 เคลือบไฟต่ำ (low temperature glazes) เป็นเคลือบที่ต้องใช้อุณหภูมิในเผาต่ำกว่า 1,000 องศาเซลเซียส วัตถุดิบที่ใช้เป็นตัวหลอมละลาย ส่วนมากเป็นพวกตะกั่วและบอแรกซ์

1.4.6 แบ่งตามสถานที่มาของน้ำเคลือบหรือผู้ทำน้ำเคลือบนั้นๆได้แก่

1.4.6.1 เคลือบอัลบานี (Albany slip glaze)

1.4.6.2 เคลือบเซเปอร์ ปอร์สเลน (Seper porcelain glaze)

1.4.7 แบ่งตามแนวคิดของนักเซรามิกส์ 2 ท่าน คือ เคิร์ล และโบรนาร์ท (Kerl and Brogniart) ได้แก่

1.4.7.1 เคลือบตะกั่ว

1.4.7.2 เคลือบไม่มีตะกั่ว

1.4.7.3 เคลือบเกลือ

1.4.8 แบ่งตามหลักวิชาการที่ตั้งขึ้น โดยนักวิชาการทางเซรามิกส์ ได้แก่

1.4.8.1 เคลือบที่ไม่มีตะกั่ว

1.4.8.2 เคลือบตะกั่ว

1.4.8.3 เคลือบฟริต

2. <u>เคลือบเฟลด์สปาร์</u>

เคลือบเฟลด์สปาร์ หมายถึง เคลือบชนิดหนึ่งที่ใช้แร่เฟลด์สปาร์เป็นส่วนประกอบหลักซึ่งเป็นเคลือบที่นิยมใช้ทั่ว ๆ ไป กับผลิตภัณฑ์ที่มีอุณหภูมิในการเผามากกว่า 1,200 องศาเซลเซียส เนื่องจากแร่เฟลด์สปาร์มีราคาถูกและไม่ละลายน้ำ เคลือบเฟลด์สปาร์นี้จะมีส่วนประกอบของอลูมินาและซิลิกาในสัดส่วนต่าง ๆ กัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิในการเผาและลักษณะของเคลือบที่ต้องการ

3. <u>สีทางเซรามิกส์</u>

3.1 ออกไซด์ที่ให้สีเป็นออกไซด์ที่ใส่ในน้ำเคลือบเพื่อให้เกิดสีต่าง ๆ ตามความต้องการ ได้แก่

3.1.1 พลวงออกไซด์ ใช้ในรูปของแอนติโมนีออกไซด์ (Sb_2O_3)จะ

ให้สีเหลือง และสีส้มแก่เคลือบเมื่อใช้ร่วมกับเหล็กออกไซด์หรือตะกั่วออกไซด์ถ้าใช้เดี่ยว ๆ จะไม่ให้สีหรือสีไม่แจ่มชัด

3.1.2 โครมิกออกไซด์เป็นตัวให้สีที่รุนแรงตัวหนึ่งถ้าใช้ในเคลือบไฟต่ำกว่าโคน 010 จะให้สีแดงสดใส แต่ถ้าใช้ในเคลือบไฟสูงจะให้สีเขียวและจะให้สีน้ำตาล ถ้ามีสังกะสีออกไซด์ปนอยู่ด้วย

3.3.1 โคบอลท์ออกไซด์ เป็นสารที่ให้สีรุนแรงที่สุด ใช้ในเคลือบประมาณร้อยละ 0.5 จะให้สีน้ำเงิน และไม่ควรใช้เกินร้อยละ 3 เพราะถ้าใช้มากจะทำหน้าที่เป็นตัวทนไฟและราคาก็แพงมากด้วย

3.1.4 ทองแดงออกไซด์ เป็นสารสำคัญตัวหนึ่งที่ให้สีเขียวในเคลือบถ้าเผาในบรรยากาศออกซิเดชันและถ้าเผาในบรรยากาศรีดักชันจะให้สีน้ำตาลถึงแดง

3.1.5 เหล็กออกไซด์ เป็นสารที่ให้สีที่ดี ถ้าใช้ในเนื้อดินจะได้สีในโทนแดงเรื่อ ๆ ถ้าใช้ในเคลือบจะให้สีน้ำตาลถึงแดงในบรรยากาศออกซิเดชัน และถ้าเผาในบรรยากาศรีดักชันจะให้สีเขียว

3.1.6 แมงกานีสออกไซด์ ใช้ในรูปของแมงกานีสไดออกไซด์ (MnO_2) หรือแมงกานีสคาร์บอเนต ($MnCO_3$) ใช้ประมาณร้อยละ 5-10 จะให้สีม่วงถึงสีน้ำตาล

3.1.7 นิกเกิลออกไซด์ที่ใช้กันมักอยู่ในรูปของออกไซด์ที่มีสีเขียวและออกไซด์ที่มีสีดำใช้ประมาณร้อยละ 2 - 5ในเคลือบที่มีแมกนีเซียมจะให้สีเขียว และเคลือบที่มีแบเรียมจะให้สีขาวทึบ

3.1.8 ทิทาเนียมออกไซด์ อยู่ในรูปของทิทาเนียมไดออกไซด์

(TiO_2) ใช้ร้อยละ 3 - 5 จะให้สีน้ำตาลแดง

3.1.9 ยูเรเนียมออกไซด์ ไม่ค่อยนิยมใช้กัน เพราะราคาแพงมาก ใช้ประมาณร้อยละ 5 - 8 จะให้สีส้มแกมแดงจนถึงเหลืองมะนาว

3.2 สีสำเร็จรูป เป็นสีที่ได้จากการเตรียมขึ้นจากออกไซด์ที่ให้สี หรืออาจมีพวกเกลือของสารที่ทำให้สีเปลี่ยนไป และอาจมีสารที่ลดอุณหภูมิในการเผารวมอยู่ด้วยก็ได้ ซึ่งสีสำเร็จรูปนี้สามารถนำไปใช้ในลักษณะต่าง ๆ กันได้แก่

3.2.1 ใช้ผสมในน้ำเคลือบ (inglaze stains) โดยผสมผงสีลงในเคลือบ ใช้กันประมาณร้อยละ 3 - 8 แล้วแต่ว่าเราต้องการสีเข้ม หรือสีอ่อน สีและเคลือบบางชนิดอาจจะไม่เข้ากัน คือ สีและเคลือบไม่เหมาะสมกัน สีอาจจะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมได้

3.2.2 ใช้เป็นสีตกแต่งใต้เคลือบ (underglaze stains) ใช้สำหรับตกแต่งบนผลิตภัณฑ์ดิบหรือผลิตภัณฑ์ที่เผาดิบแล้ว แล้วนำไปชุบเคลือบใส เมื่อนำไปเผาแล้วสีก็จะติดคงทนอยู่ใต้เคลือบ วิธีใช้ผงสีคือผสมน้ำหรือน้ำมันผสมสีแล้วนำไปใช้ได้เลย

3.2.3 ใช้ผสมในเนื้อดินปั้น (body stains) โดยการใช้ผงสีผสมในเนื้อดินปั้น เพื่อให้เนื้อดินปั้นมีสีเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม และให้ได้สีตามต้องการ แต่ปริมาณจะต้องสูงกว่าที่ใช้ในน้ำเคลือบ จึงจะให้สีที่แจ่มชัด

3.2.4 ใช้เป็นสีตกแต่งบนเคลือบ (overglaze stains) วิธีนี้จะต้องผสมด้วยตัวช่วยหลอมละลายลงในผงสีเพื่อลดจุดหลอมละลายของสีให้ต่ำลงฟลักซ์ที่ใช้ส่วนมากเป็นพวกตะกั่วออกไซด์หรือบอแรกซ์ออกไซด์ ใช้กันในรูปของฟริตแล้ว

เอาไปผสมกับสีสำเร็จรูปก็จะได้สีบนเคลือบตามต้องการ

4. <u>วัตถุดิบที่ใช้ในการในการทดลอง</u>

4.1 ทองแดงออกไซด์ เป็นแร่ที่รู้จักกันมานานกว่า 4,000 ปีก่อน คริสตศักราชในทางเซรามิกส์ทองแดงออกไซด์เป็นสารที่ให้สีและสามารถเป็นตัวช่วยหลอมละลายได้เล็กน้อยหรือบรรยากาศรีดักชันจะให้สีน้ำตาลถึงสีแดง ซึ่งทองแดงออกไซด์นี้มีหลายชนิดด้วยกัน ดังนี้

4.1.1 คอปเปอร์ออกไซด์ มีสูตรทางเคมีคือ CuO เป็นของแข็งสีดำมีน้ำหนักโมเลกุล 79.57 ความถ่วงจำเพาะ 6.4 มีจุดสลายตัวหรือแตกตัวที่อุณหภูมิ 1,026 องศาเซลเซียส CuO ได้จากการเผา $Cu(NO_3)_2$

4.1.2 คอปเปอร์คาร์บอเนต (copper carbonate) มีสูตรทางเคมีคือ $CuCO_3 Cu(OH)_2$ มีน้ำหนักโมเลกุล 221.17 ความถ่วงจำเพาะ 4 มีจุดสลายตัวหรือแตกตัวที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส

4.1.3 คอปเปอร์ซัลเฟต (copper sulphate) หรือเรียกว่าจุนสีมีสูตรทางเคมี คือ $CuSO_4 5H_2O$ มีน้ำหนักโมเลกุล 249.74 ความถ่วงจำเพาะ 2.3 มีจุดสลายตัวหรือแตกตัวเมื่ออุณหภูมิ 110 - 200 องศาเซลเซียส

ทองแดงออกไซด์ นิยมนำไปใช้ผสมในน้ำเคลือบ มากกว่านำไปใช้ในรูปของสีสำเร็จรูป ถ้าหากเอาไปใช้ในน้ำเคลือบอุณหภูมิต่ำระหว่าง 900 - 1,050 องศาเซลเซียส เผาในบรรยากาศออกซิเดชัน ด้วยเคลือบตะกั่วผสมกับทองแดงออกไซด์ร้อยละ 2 จะให้สีเขียวมรกต และสามารถให้สีเขียวเทอร์คอย เมื่อนำไปผสม

ในเคลือบตะกั่วที่มีโบรอน

การนำเอาทองแดงออกไซด์ไปผสม ในเคลือบอุณหภูมิสูงที่อยู่ระหว่าง 1,200 - 1,250 องศาเซลเซียส จะให้สีเขียวเมื่อเผาบรรยากาศแบบออกซิเดชัน และจะให้สีน้ำตาลเทาถึงแดง เมื่อเผาบรรยากาศแบบรีดักชันน้ำเคลือบที่ใช้จะเป็นเคลือบเฟลด์สปาร์ดังตัวอย่างสูตรดังนี้

$0.3\ K_2O$ $0.35 - 0.4\ Al_2O_3$ $2.1 - 3.5\ SiO_2$

$0.7\ CaO$

ถ้าหากใช้ทองแดงออกไซด์ร้อยละ 1 - 20 จะได้สีเขียว เมื่อเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน และให้สีน้ำตาลในบรรยากาศแบบรีดักชัน ถ้าใช้ปริมาณร้อยละ 0.1 - 2 จะให้สีแดงได้เมื่อเผาในบรรยากาศรีดักชัน ทองแดงออกไซด์นับเป็นสารที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดสีต่าง ๆ ได้ง่าย ซึ่งขึ้นอยู่กับบรรยากาศและสารประกอบทางเคมีที่ใช้ในเคลือบเช่น อลูมินา สังกะสี ตะกั่ว แมกนีเซียม ซึ่งสารประกอบเหล่านี้สามารถทำให้ทองแดงออกไซด์เปลี่ยนสีได้ทั้งสิ้น (Singer. 1963 : 146-147)

4.2 เหล็กออกไซด์ (iron oxide) เป็นแร่ที่มีในธรรมชาติ ถ้าบดให้เป็นผงละเอียดจะได้ผงสีแดงถึงสีดำใช้ประโยชน์เป็นตัวให้สีสามารถใส่ในเนื้อดินปั้นได้โดยจะให้สีโทนแดงเรื่อ ๆ ถ้าใช้ในน้ำเคลือบ จะให้สีน้ำตาลถึงแดงในสภาวะการเผาแบบสมบูรณ์ คือ บรรยากาศแบบออกซิเดชัน แต่ถ้าเผาในสภาวะอากาศน้อยจะให้สีเขียว หรือสีเขียวปนเทา ซึ่งออกไซด์ของเหล็กนี้มีหลายชนิดด้วยกันดังนี้

4.2.1 เฟอรัสออกไซด์ (ferrous oxide) มีสูตรทางเคมี คือ

FeO มีน้ำหนักโมเลกุล 71.84 ความถ่วงจำเพาะ 5.7 มีจุดสลายตัวหรือแตกตัวที่อุณหภูมิ 1,420 องศาเซลเซียส

4.2.2 เฟอริคออกไซด์ มีสูตรทางเคมี คือ Fe_2O_3 มีน้ำหนักโมเลกุล 159.68 ความถ่วงจำเพาะ 5.2 มีจุดสลายตัว หรือแตกตัวที่อุณหภูมิ 1,565 องศาเซลเซียส

4.2.3 เฟอโรโซเฟอริคออกไซด์ (ferroso ferric oxide) มีสูตรทางเคมีคือ Fe_3O_4 มีน้ำหนักโมเลกุล 231.52 ความถ่วงจำเพาะ 5.2 จุดสลายตัวหรือแตกตัวที่ อุณหภูมิ 1,538 องศาเซลเซียส

เหล็กออกไซด์ปกติจะให้สีน้ำตาลปนแดง ถ้าหากจะให้สีเหลืองได้เมื่อในน้ำเคลือบไม่มีสารประกอบของแคลเซียมสามารถเปลี่ยนองค์ประกอบทางเคมีได้ที่อุณหภูมิ 1,200 - 1,300 องศาเซลเซียส ถ้าใช้ในดินต่ำกว่าอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส สามารถให้สีชัดเจน (Singer. 1963 : 148 - 150)

เซลาดอน (celadon) เป็นผลิตภัณฑ์ที่เคลือบ มีลักษณะสีเขียวต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ สีเขียวปนน้ำตาล เขียวปนเทา เทาปนเหลือง ฟ้าปนเขียว เผาเคลือบในบรรยากาศรีดักชัน ซึ่งในส่วนผสมของน้ำเคลือบนี้วัตถุดิบสำคัญคือ ทองแดงออกไซด์ (วารสารเซรามิกส์ไทย. 2536 : 23)

4.3 เฟลด์สปาร์ เป็นวัตถุดิบที่สำคัญใช้ทำหน้าที่ เป็นตัวหลอมละลายในอุณหภูมิสูงใช้ผสมในเนื้อดินปั้นและน้ำเคลือบได้ทั้งสองอย่าง เฟลด์สปาร์เป็นสารประกอบข่องอ้ลคาไลอลูมิเนียมซิลิเกต (alkalisaluminium silicate) ซึ่งเกิดจากการแปรสภาพของหินแกรนิต มีลักษณะโดยทั่วไปเป็นหินแข็ง ทึบแสง พบใน

ธรรมชาติ มีทั้งสีขาว สีชมพูชนิดของเฟลด์สปาร์ มี 3 ชนิดคือ

4.3.1 โปแตสเฟลด์สปาร์ สูตรทางเคมีคือ $K_2O\,Al_2O_3\,6SiO_2$ เป็นสารประกอบของโปแตสเซียมอลูมิเนียมซิลิเกต (potassium aluminium silicate) และอาจจะมีสารโซเดียมหรือแคลเซียมมากน้อยปะปนอยู่ด้วยเฟลด์สปาร์ชนิดนี้มีจุดหลอมตัวประมาณ 1,200 - 1,500 องศาเซลเซียส ใช้ผสมน้ำเคลือบและเนื้อดินปั้น

4.3.2 โซดาเฟลด์สปาร์มี สูตรทางเคมีคือ $Na_2O\,Al_2O_3\,6SiO_2$ เป็นสารประกอบของโซเดียมอลูมิเนียมซิลิเกต (sodium aluminium silicate) เฟลด์สปาร์ชนิดนี้ใช้ผสมในน้ำเคลือบและให้อุณหภูมิต่ำกว่าโปแตสเฟลด์สปาร์

4.3.3 ค้ลเซียมเฟลด์สปาร์ (calcium feldspar)มีสูตรทางเคมีคือ $CaO\,Al_2O_3\,2SiO_2$ เป็นสารประกอบของ แคลเซียมอลูมิเนียมซิลิเกต (calcium aluminium silicate) ใช้ผสมน้ำเคลือบเป็นส่วนใหญ่

4.3.4 ลิเธียมเฟลด์สปาร์ (lithium feldspar) มีสูตรทางเคมีคือ $Li_2O\,Al_2O_3\,4SiO_2$ เป็นสารประกอบของลิเธียมอลูมิเนียมซิลิเกต (lithium aluminium silicate)

4.3.5 แบเรียมเฟลด์สปาร์ (barium feldspar) มีสูตรทางเคมีคือ $BaO\,Al_2O_3\,2SiO_2$ เป็นสารประกอบของแบเรียมอลูมิเนียมซิลิเกต (barium aluminium silicate)

4.3.6 โปแตสโซดาสปาร์ (potash soda spar) มีสูตรทางเคมี คือ $Na\,K\,O\,Al_2O_3\,6SiO_2$ เฟลด์สปาร์ชนิดนี้จะมีค่าของโซเดียมและโปแตส

เซียมเปลี่ยนแปลงค่าได้ตามสภาพแหล่งที่เกิดจะมีสีขาวใสสีเทาและสีขาวขุ่นสามารถนำไปใช้เป็นส่วนผสมของเนื้อดินปั้นและน้ำเคลือบ

4.3.7 ไลม์โซดาสปาร์ (lime soda spar) มีสูตรทางเคมีคือ $Na_2O\,Al_2O_3\,6SiO_2 + CaO\,Al_2O_3\,2SiO_2$ เฟลด์สปาร์ชนิดนี้เป็นสารประกอบระหว่างโซเดียมเฟลด์สปาร์กับแคลเซียมเฟลด์สปาร์เหมาะสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบผสมน้ำเคลือบ

4.4 อลูมินา (alumina) บริสุทธิ์จะได้จากคอรันดัม นอกจากนั้นจะได้จากบอกไซด์ (bauxite) ไดอะสปอร์ (diaspore) และยิบไซท์ (gibbsite) (โกมล รักษ์วงศ์. 2531: 30 - 31)

อลูมินาเป็นส่วนประกอบสำคัญ ในเคลือบช่วยปรับการไหลตัวของน้ำเคลือบ คือถ้าใช้อลูมินาจำนวนมากขึ้น ความหนืดของน้ำเคลือบก็จะเพิ่มขึ้นด้วย แต่ถ้าใช้ในปริมาณมากเกินไป ก็จะทำให้เคลือบด้าน และต้านทานการตกผลึกในน้ำเคลือบด้วย สารที่ให้อลูมินา (Al_2O_3) ได้แก่ (สุรศักด์ โกสิยพันธ์. 2531:11 - 12)

4.4.1 อลูมิเนียมไฮเดรต (aluminium hydrate) สูตรทางเคมี คือ $Al(OH)_3$ เมื่อผ่านการเผาแล้วจะได้อลูมินา สารประกอบทั้งสองรูปนี้มีความบริสุทธิ์สูงแต่นิยมใช้ในรูปของอลูมิเนียมไฮเดรตมากกว่า เพราะมีคุณสมบัติทำให้เคลือบลอยตัวได้ดี และการเกาะติดผิวผลิตภัณฑ์ก็ดีด้วย แต่อาจจะทำให้เกิดผิวเคลือบทึบหรือเป็นเคลือบด้านได้

4.4.2 เฟลด์สปาร์ เป็นวัตถุดิบที่เป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิสามารถใช้เป็นส่วนผสมของเนื้อดินปั้น และน้ำเคลือบ

4.4.3 ดิน สูตรทางเคมีคือ $Al_2O_3 2SiO_2 2H_2O$ ดินเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในน้ำเคลือบ เพราะว่าช่วยทำให้น้ำเคลือบลอยตัวไม่ตกตะกอนง่าย ช่วยให้น้ำเคลือบเกาะติดกับผิวผลิตภัณฑ์ได้ดี ช่วยควบคุมการหดตัวของน้ำเคลือบบนผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ได้เผาและเป็นตัวให้อลูมินาและซิลิกา แก่น้ำเคลือบตัวหนึ่ง ดินที่นิยมใช้ ได้แก่ ดินขาว

4.4.4 ไครโอไลต์ (cryolite) สูตรทางเคมี คือ $Na_3 AlF_6$ เป็นตัวช่วยหลอมละลายส่วนมากใช้ในเคลือบปอร์สเลนนอกจากนั้นยังทำให้เกิดความทึบในเคลือบ (opague) ด้วยนิยมใช้ในอุตสาหกรรมโลหะเคลือบ (enamels) และแก้ว (glass) ใช้ในเคลือบน้อยมาก

4.4.5 เบนทอไนต์ (bentonite) สูตรทางเคมี คือ $Al_2O_3 4SiO_2 9H_2O$ ใช้ผสมในเคลือบเพียงเล็กน้อยประมาณร้อยละ 3 จะเพิ่มความแข็งแกร่งให้แก่ผิวเคลือบและช่วยให้ตกตะกอนของน้ำเคลือบช้าลง คุณสมบัติอีกข้อหนึ่งก็คือเป็นตัวเพิ่มความเหนียว (plasticizer) ในเนื้อดินปั้นได้ดีกว่าดินดำ (ball clay) ถึง 5 เท่า

4.5 ซิลิกา (silica) สูตรทางเคมี คือ SiO_2 ซิลิกาจะมีทั้งในน้ำเคลือบและเนื้อดินปั้นและมีมากกว่าร้อยละ 50 ซิลิกาบริสุทธิ์จะมีจุดหลอมที่ 1,710 องศาเซลเซียส

สารที่ให้ซิลิกา (SiO_2) ได้แก่ (สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์. 2531 : 14)

4.5.1 หินควอทซ์ เกิดอยู่ในธรรมชาติเป็นรูปของผลึกมีความบริสุทธิ์สูง คือ ปริมาณของซิลิกาถึงร้อยละ 99.8 ส่วนที่เหลือเป็นพวกสิ่งเจือปนอื่น ๆ มี

ความแข็งแกร่งมากยากต่อการย่อย และบดให้ละเอียดใช้ผสมทั้งในน้ำเคลือบและเนื้อดินปั้นลักษณะของหินควอทซ์ที่พบในประเทศไทยมีทั้งชนิดใส และขาวขุ่นทึบและมีพบหลายแหล่งแต่แหล่งหินควอทซ์ที่มีคุณภาพดี และใช้กันตามโรงงานเซรามิกส์ คือ ควอทซ์ที่เขาหินแก้ว อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี ซึ่งเป็นหินควอทซ์ชนิดใส มีทั้งสีขาวและชมพู

4.5.2 ฟลินต์ (flint) เป็นรูปหนึ่งของซิลิกา คือเป็นซิลิกาที่มีรูปผลึกเล็กมากได้จากการเผา และบดพวกหินควอทซ์หรือทรายฟลินต์แท้ ๆ นั้นมาจากประเทศอังกฤษ ฝรั่งเศส และเดนมาร์ก โดยเอาเม็ดกรวดชายทะเลมาเผา แล้วบดให้ละเอียด เรียกว่าคริพโตคริสตอลไลน์ (cryptocrystalline) มีความถ่วงจำเพาะ 2.33 ซึ่งต่างจากฟลินต์ที่ทำจากหินควอทซ์และทรายซึ่งมีความถ่วงจำเพาะ 2.65 ในสหรัฐอเมริกา พวกซิลิกาที่นำมาเผาและบดเรียกว่าฟลินต์ ความแตกต่างระหว่างซิลิกากับฟลินต์นั้นมีน้อยมาก ซิลิกาในรูปนี้มีขนาดเล็กมาก จึงฟุ้งลอยได้ในอากาศเมื่อถูกลมพัดหรือขณะถ่ายเทขณะใช้งาน ฉะนั้นจึงต้องระมัดระวังอย่าหายใจเอาฝุ่นนี้เข้าไป เพราะจะเป็นอันตรายต่อร่างกายได้โดยเฉพาะที่ปอด ซึ่งโรคที่เกิดจากซิลิกานี้ทางแพทย์เรียกว่า โรคซิลิโกซิส (silicosis)

4.5.3 หินทราย (sand stone) เป็นซิลิกาที่เกิดในลักษณะของหินทราย

4.5.4 ดิน ได้กล่าวไว้แล้วในเรื่องอลูมินา

4.5.5 เฟลด์สปาร์ ได้กล่าวไว้แล้วในเรื่องอลูมินา

4.5.6 สปอดูมีน (spodumene) สูตรทางเคมี คือ

$Li_2O\,Al_2O_3\,4SiO_2$

4.5.7 เลฟิโดไลต์ (lepidolite stone) สูตรทางเคมี คือ $LiF\,KF\,Al_2O_3\,3SiO_2$

4.5.8 คอร์นวอลสโตน (cornwall stone) สูตรทางเคมี คือ $1RO_2.5Al_2O_3\,2SiO_2$ วัตถุดิบตัวนี้เป็นสารประกอบที่ซับซ้อนของไทยเราไม่มีได้จากแหล่งในประเทศอังกฤษ เป็นพวกหินแกรนิตที่ผุพังสลายตัวส่วนประกอบมี quartz + feldspar+ lepidolite และอื่น ๆ อีกเล็กน้อย มีคุณสมบัติอยู่ในระหว่างดินขาวและเฟลด์สปาร์ใช้เป็นส่วนผสมทั้งในเนื้อดินปั้นและน้ำเคลือบ

4.6 ดินขาวเป็นสารประกอบของ อลูมิเนียมซิลิเกต (aluminium silicate) เป็นดินที่เกิดจากการแปรสภาพของหินแกรนิต หรือหินฟันม้ากลายเป็นอย่างอื่นที่เกิดอยู่ตามธรรมชาติปะปนอยู่ เช่น เหล็ก แคลเซียมออกไซด์ เป็นต้น (ทวี พรหมพฤกษ์. 2523 : 59) นอกจากนี้ ปรีดา พิมพ์ขาวขำ (2530 : 20) ยังกล่าวอีกว่า ดินขาวเป็นวัตถุดิบที่เป็นส่วนผสมสำคัญของเคลือบเนื่องจากดินขาวจะเป็นตัวช่วยให้วัตถุดิบอื่น ๆ ในน้ำเคลือบกระจายลอยตัวได้ดี ช่วยให้เคลือบดิบยึดเกาะผิวผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ได้เผา การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้ดินขาวจากแหล่งของจังหวัดระนองซึ่งพบในบริเวณเหมืองดีบุกตำบลหาดส้มแป้นอำเภอเมือง จังหวัดระนอง เกิดจากการแปรสภาพของหินแกรนิตมาเป็นดินขาวปะปนอยู่กับหินควอทซ์หินแกรนิตและแร่ดีบุก - ในขณะฉีดน้ำเพื่อแยกแร่ออกจากหินตามภูเขาดินขาวจะละลายออกมากับดีบุกไหลตามน้ำมาด้วย จะตกอยู่รางที่น้ำไหลผ่าน แล้วแยกดินขาวออกจากหินและทรายที่ติดมา โดยใช้เครื่องมือไฮโดรไซโคลน (hydrocyclone) ปล่อยให้ดินจมตัวอยู่

ในบ่อพัก แล้วสูบเข้าเครื่องอัดดินเป็นแผ่นใช้งานต่อไปดินขาวนี้เป็นดินขาวชนิดดีเท่าที่พบแห่งแรกในประเทศไทย มีอลูมินาสูงและมีปริมาณของเหล็กน้อย เหมาะสำหรับผสมทำเนื้อดินปั้นและน้ำเคลือบได้ดี มีจุดสุกตัวที่อุณหภูมิ 1,780 องศาเซลเซียส (ทวี พรหมพฤกษ์. 2523 : 66 - 67)

4.7 แคลเซียมคาร์บอเนต มีสูตรทางเคมี คือ $CaCO_3$ หรือที่เรียกว่าไวติง (whiting) ไวติงก็คือแคลเซียมคาร์บอเนตที่บริสุทธิ์บดละเอียด และกำหนดขนาดของความละเอียดไว้ด้วยตะแกรง (sieve) จึงมีชื่อเรียกต่าง ๆ กันตามขนาดของตะแกรงที่ใช้กรองจากหยาบจนถึงละเอียดดังต่อไปนี้(สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์. 2531 : 8)

ถ้ากรองด้วยตะแกรงเบอร์ 60-70 เรียกว่า"commercial whiting"

ถ้ากรองด้วยตะแกรงเบอร์ 80-100 เรียกว่า "American paris whiting"

ถ้ากรองด้วยตะแกรงเบอร์ 120-150 เรียกว่า "English elffstone whiting"

แคลเซียมคาร์บอเนตนี้เป็นตัวช่วยลดจุดหลอมละลายในเคลือบไฟสูง ถ้าผสมในเนื้อดิน จะช่วยลดความพรุนตัวของเนื้อดินด้วย ถ้าผสมในเคลือบจะทำให้เคลือบมีความแข็งแกร่งดียิ่งขึ้น

โกมล รักษ์วงศ์ (2531 : 47) กล่าวว่า แคลเซียมคาร์บอเนต เป็นวัตถุดิบที่ใช้กันมากในวงการอุตสาหกรรมเซรามิกส์ โดยเฉพาะใช้เป็นส่วนผสมของน้ำเคลือบหินปูน เป็นสารประกอบของแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) ซึ่งมีส่วน

ประกอบทางเคมี ดังนี้

CaO ร้อยละ 56.03

CO_2 ร้อยละ 43.79

แคลเซียมคาร์บอเนตมีน้ำหนักโมเลกุล 100.00 สามารถเผาไล่คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ได้ในอุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส ให้เปลี่ยนสภาพเป็นแคลเซียมออกไซด์ (CaO)

$$CaCO_3 \xrightarrow[\text{calcined}]{900^{\circ}C} CaO + CO_2$$

แคลเซียมคาร์บอเนต มีความถ่วงจำเพาะประมาณ 2.7 มีความแข็งระหว่าง 2 - 3 การผสมในน้ำเคลือบจะทำให้เคลือบ เพิ่มความแข็งแรงสูงขึ้นและแคลเซียมคาร์บอเนตยังเป็นวัตถุดิบที่เป็นฟลักซ์ในน้ำเคลือบไฟสูง แต่หินปูนเป็นวัตถุทนไฟชนิดหนึ่งซึ่งสามารถทนความร้อนได้สูงถ้าหากไม่ไปผสมกับสารประเภทอื่น ๆ ที่มีคุณสมบัติเป็นกรดและเป็นกลาง

4.8 โดโลไมท์ เป็นสารประกอบระหว่าง แคลเซียมคาร์บอเนตกับแมกนีเซียมคาร์บอเนต มีสัดส่วนประมาณ 1 : 1 เป็นแร่ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ทำ

หน้าที่ลดจุดสุกตัวของเคลือบและเนื้อดินปั้น (อายุวัฒน์ สว่างผล. 2536 : 119)

4.9 สังกะสีออกไซด์ มีสูตรเคมี คือ ZnO เป็นสารประกอบที่สำคัญของเคลือบหลายชนิด ทำหน้าที่เป็นตัวเร่งให้เกิดปฏิกิริยาหลอมกลายเป็นแก้วปรับปรุงเคลือบให้มีความมันมากขึ้น และบางครั้งเป็นตัวทำให้เกิดเคลือบทึบได้ด้วย (อายุวัฒน์ สว่างผล. 2536 : 121)

4.10 แบเรียมคาร์บอเนต มีสูตรทางเคมีคือ $BaCO_3$ เป็นแร่ที่เกิดในธรรมชาติโดยมากใช้ร่วมกับตัวช่วยลดจุดหลอม ละลาย เพราะว่ามีอุณหภูมิต่ำจะทำปฏิกิริยาช้ามากและมีคุณสมบัติเป็นวัตถุทนไฟซึ่งจะทำให้ผิวเคลือบด้าน (ถ้าใช้แบเรียมคาร์บอเนตเป็นฟลักซ์ตัวเดียวโดด ๆ) แต่ถ้าใช้ผสมลงไปในเคลือบไฟสูงแบเรียมคาร์บอเนตนี้ จะทำหน้าที่เป็นตัวช่วยหลอมละลาย (สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์. 2534 : 7)

โกมล รักษ์วงศ์ (2531:70) กล่าวว่า แบเรียมคาร์บอเนตมีสารประกอบของ BaO ร้อยละ 77.70 CO_2 ร้อยละ 22.30 เมื่อผ่านการเผาแล้วจะเหลือ BaO และ CO_2

$$BaCO_3 \xrightarrow[\text{calcined}]{1450^{\circ}C} BaO + CO_2$$

แบเรียมคาร์บอเนต มีน้ำหนักโมเลกุล 197.37 มีความถ่วงจำเพาะ4.43 สามารถเปลี่ยนสภาพจาก $BaCO_3$ ไปเป็น BaO ในอุณหภูมิ 1,450 องศาเซลเซียส

เป็นวัตถุทนไฟสามารถละลายน้ำได้ 0.002 g/100ml ที่อุณหภูมิ 18 - 20 องศาเซลเซียสและ 0.006 g/100ml ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสถ้าหากใช้ผสมในน้ำเคลือบจะเป็นฟลักซ์ที่ดี ถ้าหากใช้ประมาณ 0.1 โมล จะทำให้เคลือบตัวนั้นด้านได้ ถ้าใช้ในปริมาณน้อยผสมในเนื้อดินปั้นจะทำให้โปร่งแสงดีขึ้นได้ เพิ่มความแข็งได้

5. <u>การคำนวณน้ำเคลือบ</u>

การคำนวณสูตรเอมไพริคัลเป็นน้ำหนักส่วนผสมของวัตถุดิบ

สูตรเอมไพริคัล ที่ใช้สำหรับการวิจัยทดลอง

<u>ด่าง</u>	<u>กลาง</u>	<u>กรด</u>
0.25 K_2O		
0.50 CaO		
0.10 MgO	0.30 Al_2O_3	2.10 SiO_2
0.10 BaO		
0.05 ZnO		

เทคนิคการนำวัตถุดิบมาใช้ก่อน ดังนี้

5.1 ถ้ามีฟลักซ์พวกแอลคาไลน์ (Na_2O หรือ K_2O) อยู่ด้วย พยายามใช้ในรูปของโซดาเฟลด์สปาร์ (soda feldspar) หรือโปแตสเฟลด์สปาร์ให้มากที่สุด เพราะสารชนิดนี้มีราคาถูก ไม่ละลายน้ำและใช้ทำเคลือบได้ผลดี

5.2 การใช้ออกไซด์เดี่ยวอื่น ๆ ซึ่งส่วนมากนิยมใช้ในรูปของคาร์บอเนต

เช่น $CaCO_3$, $MgCO_3$, $BaCO_3$ เป็นต้น เพราะมีราคาถูกกว่าสารพวกออกไซด์บริสุทธิ์ แต่เมื่อผ่านการเผาจนแตกตัวแล้วก็จะมีผลเท่ากันเช่น $CaCO_3$ เมื่อผ่านการเผาที่อุณหภูมิประมาณ 895 องศาเซลเซียส จะแตกตัวเป็น $CaO+CO_2$ ซึ่ง CO_2 ก็คือพวกแก๊สคาร์บอนจะระเหยไป ในที่สุดจะเหลือ CaO ซึ่งมีค่าเท่ากับใช้พวกแคลเซียมออกไซด์ (CaO)

5.3 ถ้าในสูตรมีอลูมินาออกไซด์ และซิลิกาออกไซด์อยู่ให้ใช้ในรูปของดินที่เหลือจึงใช้ออกไซด์เดี่ยว ๆ

ในส่วนประกอบของดิน นอกจากจะให้อลูมินาและซิลิกา ในเคลือบแล้วยังมีผลทำให้เคลือบมีความเกาะตัวดีขึ้นด้วย

5.4 เวลาวางรูปแบบในการคำนวณ พยายามวางให้ซิลิกาอยู่หลังสุด และรองสุดท้ายควรจะเป็นอลูมินาเวลาคิดควรใช้ซิลิกาในรูปของสารประกอบอื่นเสียก่อน เช่น ดินเฟลด์สปาร์ เป็นต้น ที่เหลือจึงใช้ ควอทซ์ หรือ ฟลิ้นท์

ในสูตรเคลือบทุกสูตรจะต้องมีซิลิกาในปริมาณค่อนข้างมากเพราะซิลิกาเป็นตัวทำให้เกิดแก้วในเคลือบ

5.5 ส่วนประกอบของวัตถุดิบที่เป็นน้ำไม่ต้องนำมาคิดเพราะเวลาเผาแล้วน้ำจะระเหยไปหมดและไม่มีผลต่อเคลือบ เช่น สูตรของ ดิน ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$)

5.6 เมื่อทราบวิธีการนำวัตถุดิบมาใช้แล้ว จึงไปเขียนตาราง

ตาราง 1 แสดงการคำนวณค่าวัตถุดิบ

วัตถุดิบ	K_2O	CaO	MgO	BaO	ZnO	Al_2O_3	SiO_2
	0.25	0.50	0.10	0.10	0.05	0.30	2.10
0.25 โปแตสเฟลด์สปาร์ ($K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$)	0.25	-	-	-	-	0.25	1.50
	-	0.50	0.10	0.10	0.05	0.05	0.60
0.10 โดโลไมท์ ($CaCO_3 \cdot MgCO_3$)	-	0.10	0.10	-	-	-	-
	-	0.40	-	0.10	0.05	0.05	0.60
0.40 แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$)	-	0.40	-	-	-	-	-
	-	-	-	0.10	0.05	0.05	0.60
0.10 แบเรียมคาร์บอเนต ($BaCO_3$)	-	-	-	0.10	-	-	-
	-	-	-	-	0.05	0.05	0.60
0.05 สังกะสีออกไซด์ (ZnO)	-	-	-	-	0.05	-	-
	-	-	-	-	-	0.05	0.60
0.05 ดินขาว ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$)	-	-	-	-	-	0.05	0.10
	-	-	-	-	-	-	0.50
0.50 ควอทซ์ (SiO_2)	-	-	-	-	-	-	0.50

อธิบาย

1. สาเหตุที่ใช้โปแตสเฟลด์สปาร์ 0.25 โมล เพื่อต้องการได้ K_2O มากที่สุดตามกฎข้อ 1 ผลที่ตามมาคือในโปแตสเฟลด์สปาร์ นอกจากจะได้ 0.25โมลของ K_2O แล้วยังให้ 0.25 Al_2O_3 และ 1.5 SiO_2 ด้วยซึ่งจะดูได้จากสูตรของโปแตสเฟลด์สปาร์ ดังนั้น $K_2O\,Al_2O_3\,6SiO_2$ จากสูตรจะเห็นได้ว่าถ้าเราใส่โปแตสเฟลด์สปาร์ที่ให้ 1 โมล ของ K_2O แล้ว มันจะให้ 1 โมลของ Al_2O_3 และ 6 โมลของ SiO_2 ด้วย

2. ใช้โดโลไมท์ 0.1โมล จากสูตรจะเห็นว่าโดโลไมท์ให้ทั้ง $CaCO_3$ และ $MgCO_3$ เราต้องใส่เพียง 0.1โมลเท่าที่ต้องการ MgO เพราะถ้าใส่ 0.5 โมลตามที่ต้องการ CaO จะทำให้วัตถุดิบนั้นเกินความต้องการ

3. ใช้แคลเซียมคาร์บอเนต 0.40 โมล ที่เหลือจากการใช้โดโลไมท์แล้ว

4. ใช้แบเรียมคาร์บอเนต 0.10 โมล ซึ่งเป็นสารเดี่ยว

5. ใช้สังกะสีออกไซด์ 0.05 โมล ซึ่งเป็นสารเดี่ยว

6. ใช้ 0.05 ดินขาว เพื่อให้ 0.05 โมลของ Al_2O_3 และให้ 0.1โมลของ SiO_2 ด้วย เพราะจากสูตร ดิน คือ $Al_2O_3\,2SiO_2\,2H_2O$ คือจะให้ซิลิกาเป็นสองเท่าของอลูมินา ส่วนน้ำต้ดทิ้งไปตามกฎข้อ 5

7. จะเห็นว่าเหลือวัตถุดิบ 1 ตัว คือ ซิลิกา ซึ่งขาดอีก 0.5 โมล ฉะนั้นจะใช้ 0.5 โมลของ ควอทซ์

เป็นอันว่าเราได้วัตถุดิบที่จะใช้ในการเข้าเคลือบแล้ว แต่ยังไม่ทราบอัตราส่วนน้ำหนัก จึงต้องนำผลที่ได้นี้ไปใส่ตารางและคำนวณต่อไป ดังตาราง 2

ตาราง 2 ตัวอย่างการคำนวณส่วนผสมเป็นร้อยละ

วัตถุดิบ	จำนวนโมล (Mole.NO)	น.น.โมเลกุล (Mole.wt.)	น.น.ส่วนผสม (Recipe wt.)	ส่วนผสมเป็นร้อยละ
โปแต่สเฟลด์สปาร์	0.25	557	139.25	52.70
โดโลไมท์	0.10	184	18.40	6.96
แคลเซียมคาร์บอเนต	0.40	100	40.00	15.13
แบเรียมคาร์บอเนต	0.10	197	19.70	7.45
สังกะสีออกไซด์	0.05	81	4.05	1.53
ดินขาว	0.05	258	12.90	4.88
ควอทซ์	0.50	60	30.00	11.35
		รวม	264.30	100.00

6. <u>การเตรียมน้ำเคลือบและการเคลือบ</u>

เมื่อคำนวณส่วนผสมของเคลือบที่ต้องการเป็นค่าร้อยละแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การนำส่วนผสมนั้นมาผลิตให้เป็นน้ำเคลือบ ซึ่งจะต้องคำนึงถึงความสะอาด

และมีความระมัดระวังในการใช้วัตถุดิบ และเครื่องมือต่าง ๆ ให้เหมาะสม เพื่อจะได้เคลือบที่ถูกต้องที่สุด และประหยัดเวลาแรงงาน วัสดุต่าง ๆ ซึ่งสิ่งที่ต้องคำนึงถึงเหล่านี้ ได้แก่ (สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์. 2534 : 67)

6.1 วัสดุอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ในการเตรียมเคลือบได้แก่

6.1.1 วัตถุดิบ หมายถึง วัตถุดิบที่ใช้ในการผสมทำน้ำเคลือบส่วนมากจะถูกเตรียมอยู่ในลักษณะผงละเอียด ซึ่งสะดวกในการใช้งาน

6.1.2 เครื่องชั่ง ควรเป็นชนิดที่มีความไวสูงเพราะการชั่งส่วนผสมของน้ำเคลือบต้องการความละเอียดมากโดยเฉพาะการทำน้ำเคลือบจำนวนน้อย ๆ ถ้าเราใช้เครื่องชั่งของหนัก ๆ มาชั่งส่วนผสมน้ำเคลือบก็จะทำให้เกิดการผิดพลาดได้ง่าย เครื่องชั่งที่เหมาะสมควรเป็นชนิดจานหรือเครื่องชั่งไฟฟ้า

6.1.3 เครื่องบดโดยทั่วไปแล้วเครื่องบดแบ่งออกได้ 2 ชนิดคือ

6.1.3.1 โกร่งบด (apothe cory's mortar)เป็นเครื่องมือซึ่งค่อนข้างหาได้ง่าย และราคาไม่แพงนักใช้กำลังคนในการบดทำด้วยเนื้อปอร์สเลนแข็งแกร่งมากมีขนาดปากกว้าง 15,25 และ 30 เซนติเมตรภายนอกเคลือบด้วยสีขาวทึบ ส่วนภายในไม่เคลือบเพื่อต้องการให้มีผิวหยาบช่วยในการบดได้ดี

6.1.3.2 หม้อบด (ball mill) มีหลายขนาดเช่น ขนาดบรรจุครึ่งกิโลกรัม 5 กิโลกรัม 50 กิโลกรัม 100 กิโลกรัม เป็นต้น

6.1.3.2.1 หม้อบดขนาดเล็ก (jar mill)คือหม้อบดที่มีขนาดบรรจุ ตั้งแต่ 5 กิโลกรัมลงมา ทำจากเนื้อปอร์สเลนหนาประมาณ

2.5-4 เซนติเมตร เคลือบภายนอก ส่วนภายในไม่เคลือบปัจจุบันหม้อบดขนาดเล็กสามารถตั้งเวลาบดได้นับว่าสะดวกดีมากเหมาะกับงานทดลองทำน้ำเคลือบ

6.1.3.2.2 หม้อบดขนาดใหญ่ (ball mill) เป็นหม้อบดที่มีขนาดความจุตั้งแต่ 50 กิโลกรัมขึ้นไป ภายนอกหุ้มด้วยแผ่นเหล็ก ส่วนภายในกรุด้วยวัสดุที่ทนต่อแรงกระแทกและแรงเสียดสีได้สูง เช่น ยาง (rubber) ไซเล็กซ์ (silex) ปอร์สเลน (porcelain) สตีลไทท์ (steatite) เป็นต้น สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์ (2534 : 68) กล่าวว่าทั้งหม้อบดขนาดเล็กและขนาดใหญ่หมุนโดยกำลังไฟฟ้า ด้วยความเร็วประมาณ 30 รอบต่อนาที ภายในบรรจุด้วยลูกบด (balls) ขนาดต่าง ๆ วัสดุที่นิยมใช้ทำลูกบด ได้แก่ ก้อนกรวด (flint pebbles) และก้อนปอร์สเลน (porcelain balls) ก้อนกรวดนิยมใช้ทั่วไปเพราะราคาถูก และมีความแข็งแกร่งพอสมควรแต่มีประสิทธิภาพในการบดไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากมีรูปทรงและขนาดไม่แน่นอน ส่วนลูกบดปอร์สเลนนั้น ราคาค่อนข้างแพง แต่ประสิทธิภาพในการบดจะสูงกว่าชนิดก้อนกรวด เนื่องจากลูกบดปอร์สเลนมีขนาดและรูปทรงที่แน่นอนกว่า

สำหรับระยะเวลาที่ใช้ในการบดขึ้นกับขนาดของหม้อบดน้ำหนัก และปริมาณลูกบดปริมาณของผสมที่จะบด เส้นผ่าศูนย์กลางและอัตราเร็วของหม้อบด (ปรีดา พิมพ์ขาวขำ. 2530 : 62)

6.1.4 เครื่องกรอง โกมล รักษ์วงศ์ (2531 : 52) กล่าวว่าเครื่องกรองใช้ตะแกรงร่อน ซึ่งโฟร์เนียร (Founier. 1977 : 204) กล่าวว่าตะแกรงร่อนทำมาจากโลหะ หรือไนล่อนขนาดที่ใช้ในการกรองน้ำเคลือบ คือ

ตะแกรงเบอร์ ประมาณ 100 ถึง 120 เมช (mesh)

6.2 ขั้นตอนในการเตรียมเคลือบ การเตรียมน้ำเคลือบ หมายถึง การผสมวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมของเคลือบมาบดผสมกับน้ำ ซึ่งสามารถสรุปขั้นตอนในการเตรียมเป็นขั้น ๆ ดังนี้ (สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์. 2534 : 69)

6.2.1 การชั่งส่วนผสม จะต้องให้ถูกต้องแน่นอนตรงตามสูตร

6.2.2 การบดผสม ถ้าการเตรียมเคลือบจำนวนน้อย ๆ เพื่อทำการทดลองใช้โกร่งบดผสมก็เพียงพอ แต่ถ้าต้องการเตรียมจำนวนมากและให้ได้สีสม่ำเสมอ ควรจะบดด้วยหม้อบดมากกว่า ส่วนจะผสมนานเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับส่วนผสมหรือชนิดของน้ำเคลือบ น้ำเคลือบบางชนิดถ้าบดนานเกินไป อาจจะมีผลให้เคลือบเปลี่ยนแปลงได้ แต่เคลือบบางชนิดต้องการเวลาบดที่นานพอสมควร ซึ่งอาจจะถึง 12 - 15 ชั่วโมง การบดน้ำเคลือบควรใส่น้ำไม่เกินร้อยละ 55 ของน้ำหนักส่วนผสม (batch weight) โดยทั่วไปจะใช้น้ำประมาณร้อยละ 30-40 เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพในการบดสูงสุด เพราะถ้าใช้น้ำมากเกินไปจะทำให้การบดในหม้อบดไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร เนื่องจากน้ำจะทำให้ส่วนผสมเคลือบลื่น และเกิดการสึกหรอของวัตถุกรุภายในหม้อบด และลูกบดมากกว่าปกติ แต่ถ้าใส่น้ำน้อยไปจะทำให้ส่วนผสมมีความหนืดสูงทำให้ประสิทธิภาพในการบดต่ำเช่นกัน เนื่องจากลูกบดเคลื่อนที่ได้อย่างยากลำบาก

6.2.3 การกรอง น้ำเคลือบเมื่อผ่านการบดผสมเรียบร้อยแล้วจะต้องผ่านการกรองด้วยตะแกรงเพื่อให้ได้ตามต้องการ

6.3 สภาวะของผลิตภัณฑ์ที่นำไปเคลือบ สภาวะของผลิตภัณฑ์ก่อนจะนำไป

เคลือบมี 2 สภาวะ คือ (สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์. 2534 : 70)

6.3.1 ผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในสภาวะเป็นดินดิบ (green ware) การเคลือบผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในสภาพดินดิบนี้ต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษเล็กน้อยเพราะผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะเปราะขึ้น หักง่ายโดยเฉพาะถ้าใช้วิธีเคลือบแบบจุ่มต้องใช้ความชำนาญเป็นพิเศษในโรงงานเซรามิกส์ขนาดใหญ่นิยมเคลือบผลิตภัณฑ์ในสภาวะนี้เพราะทำให้ประหยัดเชื้อเพลิง และแรงงานมากแต่โดยมากมักจะเคลือบโดยวิธีพ่น (spraying)

6.3.2 ผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในสภาวะเผาดิบ ซึ่งนิยมเผากันประมาณ 800-900 องศาเซลเซียส ซึ่งดินจะแข็งตัวและหยิบยกได้สะดวกเนื้อผลิตภัณฑ์มีความพรุนตัวพอเหมาะที่จะดูดซับน้ำเคลือบได้ดีถ้าเผาสูงเกินไป จะมีผลทำให้เคลือบไม่ค่อยติดเพราะเนื้อผลิตภัณฑ์มีความพรุนตัวน้อยเกินไปและถ้าเผาต่ำเกินไป จะมีผลให้เกิดตำหนิที่ผิวเคลือบได้ เนื่องจากความพรุนตัวของเนื้อผลิตภัณฑ์จะมีมากทำให้ดูดน้ำเคลือบเข้าไปมากเกินไปอาจจะเป็นเหตุทำให้ผิวเคลือบขรุขระหรือผลิตภัณฑ์แตกได้

6.4 วิธีการชุบเคลือบผลิตภัณฑ์มี 4 วิธีได้แก่วิธีระบาย (painting) วิธีเทราด (pouring) วิธีจุ่ม (dipping) และวิธีพ่น โดยเฉพาะวิธีการจุ่มนิยมใช้กันมากกับผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีขนาดและรูปร่างที่สามารถกระทำได้ด้วยมือ แต่อย่างไรก็ดีในโรงงานหลายแห่งได้นำการชุบเคลือบ โดยการพ่นเข้ามาใช้แทนที่โดยเฉพาะโรงงานที่มีการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดรูปร่างคล้ายคลึงกัน (ปรีดา พิมพ์ขาวขำ. 2530 : 70)

สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์ (2534 : 72) กล่าวถึงการชุบเคลือบว่า เมื่อทำ

การชุบผลิตภัณฑ์เสร็จแล้วต้องตกแต่งผิวเคลือบให้เรียบร้อย เช่น ตรงไหนเป็นรอยมือจับไม่มีเคลือบเกาะก็ป้ายเคลือบให้สม่ำเสมอ ถ้าที่ผิวเคลือบเป็นรูเล็ก (pinholes) เมื่อเคลือบแห้งแล้วก็ใช้มือลูบเบา ๆ ผงเคลือบก็จะลงไปอุดจนเรียบเสร็จแล้วขูดหรือเช็ดน้ำเคลือบส่วนที่จะต้องวางสัมผัสกับพื้นออกให้หมด เพื่อป้องกันการติดกับพื้นรองในขณะเผาเนื่องจากการหลอมละลายของน้ำเคลือบ

6.5 ความถ่วงจำเพาะของน้ำเคลือบ ค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำเคลือบจะเป็นตัวบ่งบอกความหนาแน่นของน้ำเคลือบ ผลิตภัณฑ์ที่ดูดซึมน้ำได้ดีจะมีความพรุนตัวสูงเมื่อจุ่มผลิตภัณฑ์ลงในน้ำเคลือบ น้ำจะถูกดูดซับเข้าเนื้อผลิตภัณฑ์ และสะสมเนื้อผสมของเคลือบดิบไว้บนผิวผลิตภัณฑ์ เพราะฉะนั้นความหนาแน่นของน้ำเคลือบควรจะมีค่าต่ำ คือมีค่าความถ่วงจำเพาะ 1.40 และมีความไหลตัวดี การนำผลิตภัณฑ์ดิบ มาทำการชุบเคลือบที่มีความหนาแน่นสูงเคลือบไม่ควรมีความเหนียวมากนัก และควรมีการกระจายลอยตัวดี ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อเนียนเนื้อผลิตภัณฑ์จะไม่มีการดูดซึมน้ำ การยึดเกาะระหว่างเคลือบดิบ กับผลิตภัณฑ์ต้องอาศัยความเหนียว น้ำเคลือบที่ได้ชุบต้องข้นคือ ต้องมีความถ่วงจำเพาะสูง เช่น น้ำเคลือบที่ใช้ชุบผลิตภัณฑ์เครื่องสุขภัณฑ์ ควรมีความถ่วงจำเพาะ 1.53 และถ้วยจานชั้นดีใช้ความถ่วงจำเพาะ 1.74 ทั้งนี้ พาร์เมลี (Parmelee. 1951 : 65) ได้สรุปว่า ความถ่วงจำเพาะสามารถวัดได้ด้วยไฮโดรมิเตอร์ (hydrometer) ซึ่งมีค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำเคลือบนี้ขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์ที่นำมาชุบเคลือบ ได้แก่

ผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ผ่านการเผาดิบ	1.43 - 1.47
ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาไฟต่ำ (800 องศาเซลเซียส)	1.46 - 1.50

ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาไฟปานกลาง (850-900 องศาเซลเซียส)	1.50 - 1.47
ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาไฟสูง (900-1230 องศาเซลเซียส)	1.60 - 1.70

7. <u>การเผาเคลือบ</u>

การเผาเคลือบ หมายถึง การเผาให้น้ำเคลือบที่ชุบผลิตภัณฑ์ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน มีความมันแววววาว (glassy) บางชนิดเป็นเคลือบด้าน ผิวเรียบมีความแข็งสามารถต้านทานต่อกรดและด่างได้เป็นอย่างดี

ปรีดา พิมพ์ขาวขำ (2532 : 287 - 288) กล่าวถึงการเกิดปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในแต่ละขั้นของการเผาเคลือบไว้ ดังนี้

7.1 ระยะการอบแห้ง ผลิตภัณฑ์ดิบเมื่อชุบเคลือบ ส่วนผสมของเคลือบจะเกาะบนผิวผลิตภัณฑ์เป็นชั้นบาง ๆ ส่วนผสมของเคลือบอาจประกอบด้วย ฟริต หินแก้ว แคลเซียมคาร์บอเนต ตะกั่วคาร์บอเนต และน้ำ บางกรณีอาจจะมีสารอินทรีย์ที่ช่วยทำให้เกิดความเหนียวเมื่อเริ่มเผาความชื้นจะถูกขจัดออกไปความหนาของชั้นเคลือบจะลดลงพร้อมกับการหดตัว ถ้าเคลือบมีการเตรียมดีจะมีการหดตัวน้อยมาก ถ้าชั้นของเคลือบมีคุณสมบัติยืดหยุ่นตัวที่ดี เคลือบจะไม่แตกระแหงเนื่องจากความเครียด

7.2 การออกซิเดชันพวกสารอินทรีย์ระหว่างอุณหภูมิ 500-600 องศาเซลเซียส อินทรีย์สารจำนวนหนึ่งจะถูกออกซิไดซ์จะทำให้ชั้นของเคลือบพรุนตัวมากขึ้นร้อยละ 30-50

7.3 การขจัดกลุ่มไฮดรอกไซด์ (OH) ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส

กลุ่มไฮดรอกไซด์ในโครงสร้างของดินจะถูกขจัดออกไปซึ่งจะทำให้ชั้นของเคลือบพรุนตัวมากขึ้น

7.4 จุดเริ่มต้นการเกิดแก้ว ที่อุณหภูมิประมาณ 700 องศาเซลเซียส ในเคลือบที่มีฟริต จะเริ่มเยิ้มตัวและละลายส่วนผสมอื่น ๆ ในเคลือบชนิดอื่น ๆ จุดเริ่มต้นของการเกิดแก้วจะเกิดที่อุณหภูมิสูงกว่า แต่ในทุกกรณีจะมีแก้วเกิดขึ้นที่อุณหภูมิ 1,100 องศาเซลเซียส

7.5 การละลายตัวของวัตถุดิบที่ใช้ในส่วนผสมของเคลือบเมื่อเริ่มเกิดแก้วแล้ว ในขณะที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้น เนื่องจากวัตถุดิบอื่น ๆ ละลายลงในเนื้อแก้ว มีแต่หินแก้วเท่านั้นที่ยังทนอยู่ได้ และสามารถทนอยู่ได้จนเกือบถึงจุดสุกตัวของเคลือบ การละลายของหินแก้วทำให้มีความหนืดสูงขึ้น ซึ่งจะช่วยไม่ให้เคลือบไหลตัวได้ดีเกินไป

7.6 การกำจัดฟองอากาศต่าง ๆ ชั้นแรกของส่วนผสมของเคลือบขณะชุบเคลือบใหม่ ๆ จะมีรูพรุนร้อยละ 40 - 50 ซึ่งจะมีอากาศอยู่เต็ม ขณะบางส่วนของเคลือบหลอมตัวฟองอากาศบางส่วนจะหนีออกไปได้ แต่ส่วนใหญ่จะถูกกักอยู่ในเนื้อเคลือบ นอกจากนี้ยังมีฟองอากาศบางส่วน ที่เกิดจากการสลายตัวของพวกคาร์บอเนต ในวัตถุดิบที่ใช้ทำส่วนผสมของเคลือบมีจุดสุกตัวของเคลือบความเหนียวของเคลือบจะลดลง ฟองอากาศส่วนใหญ่จะลอยตัวขึ้นมาที่ผิวเคลือบและหนีออกไป

7.7 ปฏิกิริยาระหว่างเนื้อเคลือบกับเนื้อผลิตภัณฑ์เนื้อเคลือบจะละลายเนื้อผลิตภัณฑ์ตรงบริเวณที่สัมผัสกัน แต่การละลายจะไม่เท่ากันทุกจุด ดังนั้นจะทำให้เกิดผิวขรุขระและทำให้เคลือบติดกับเนื้อผลิตภัณฑ์ได้ดี

นอกจากนี้ ทวี พรหมพฤกษ์ (2523 : 155 - 156) ได้กล่าวถึง การ

เผาเคลือบว่าจะต้องเผาให้ได้อุณหภูมิตามข้อกำหนดของน้ำเคลือบแต่ละชนิด มิฉะนั้นการเผาจะเกิดการเสียหายได้เช่นการเผาที่ไฟเกิน (overfire) ย่อมทำให้น้ำเคลือบไหลมาก อาจจะติดพื้นเตาหรือชั้นรอง ยากแก่การเอาออกทำให้เสียหายได้ และการเผาที่อุณหภูมิไม่ถึง (underfire) ทำให้เคลือบไม่เป็นมันเท่าที่ควรและสำหรับเทคนิคในการเผาเคลือบ ควรให้อัตราเร่งในการเผาอยู่ในช่วง 50 - 70 องศาเซลเซียสต่อชั่วโมง แต่ถ้าผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่และค่อนข้างหนาควรยืดเวลาในการเผาช้ากว่านี้ การเผาเคลือบไม่ควรเร่งรัดการเผาให้รวดเร็วเกินไป การเผาที่ใช้โคนเป็นเครื่องมือวัดอุณหภูมิประกอบด้วยนั้น ภายหลังจากที่โคนล้มแล้วควรเผานิ่งแช่ไว้อีกประมาณครึ่งชั่วโมง(soaking time) จะทำให้การเผาสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

8. <u>ความสมบูรณ์ของเคลือบ</u>

8.1 การราน (crazing) เกิดขึ้นจากการขยายตัวของน้ำเคลือบและเนื้อดินนั้นไม่เท่ากัน วิธีแก้ไขน้ำเคลือบ ลดวัตถุดิบที่ทำหน้าที่เป็นด่างหลอมละลายโดยเติมควอทซ์ลงไป ส่วนเนื้อดินให้ลดหินแก้วลงไป เติมอลูมินาลงไป จะช่วยปรับให้เกิดการเหมาะสมขึ้นได้

8.2 การร่อนออก (peeling or shivering) สาเหตุที่เกิดจากการร่อนในน้ำเคลือบเกิดได้หลายสาเหตุ เช่น จากการหดตัวของเนื้อดินกับเคลือบไม่เท่ากัน ผิวของผลิตภัณฑ์สกปรก มีน้ำมันและขี้ผึ้งฉาบอยู่ผลิตภัณฑ์มีความพรุนตัวน้อย ชุบเคลือบไม่ติด

8.3 การเกิดรูเข็ม (pinholes) มีลักษณะเป็นรูเล็ก ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิว

เคลือบสาเหตุเกิดจากสารบางอย่างเมื่อได้รับความร้อนจะเกิดแก๊สขึ้น เช่น พวกที่มีหินปูน สังกะสีออกไซด์ หรือเกิดจากสิ่งแปลกปลอมในน้ำเคลือบ

8.4 เคลือบเกิดการพองตัว มีลักษณะมองเห็นตำหนิชัดสาเหตุเกิดจากการเผาไฟเกินทำให้เคลือบเดือดแล้วปะทุขึ้น

8.5 เคลือบที่ไม่มีความมัน (loss of gloss) เป็นเคลือบด้านไม่มีความแวววาว สาเหตุเกิดจาก การเผาที่ไม่ถึงอุณหภูมิ หรืออาจเกิดจากส่วนผสมของน้ำเคลือบบางชนิดระเหยได้ง่าย เช่น บอแรกซ์ ตะกั่ว เป็นต้น

9. <u>บรรยากาศในการเผาเคลือบ</u>

9.1 บรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชัน (oxidation atmosphere) ทวี พรหมพฤกษ์ (2523 : 194) กล่าวว่า หมายถึง การเผาที่มีออกซิเจนช่วยให้การลุกไหม้ดี ไม่มีควัน เช่น การเผาด้วยเตาไฟฟ้า

9.2 บรรยากาศการเผาแบบรีดักชัน (reduction atmosphere) ทวี พรหมพฤกษ์ (2523 : 195) กล่าวว่า หมายถึง การเผาที่ให้ออกซิเจนน้อยทำให้การลุกไหม้ไม่ดี มีควันมากทำให้เคลือบบางสีเปลี่ยนแปลงไป เช่น สีเขียวกลายเป็นสีแดง

โฟรเนียร์ (1977 : 185 - 190) กล่าวว่าบรรยากาศรีดักชันจะเกิดขึ้นได้ก็ต้องควบคุมโดยแผ่นควบคุมความร้อน (damper) และอิฐที่ปล่องไฟ (cheimney) การรีดักชันควรจะเริ่มที่ 800 องศาเซลเซียส การเผารีดักชันดักชันต้องมีทักษะในการเผา ซึ่งได้มาจากการฝึกฝนและต้องขึ้นอยู่กับเตาด้วย

10. <u>เตาแก๊สทางเดินลมร้อนลง</u>

ทวี พรหมพฤกษ์ (2523 : 144) กล่าวถึงเตาแก๊สทางเดินลมร้อนลงว่าเป็นเตาชนิดที่ให้ความร้อนสูง เนื่องจากการออกแบบเตาให้ความร้อนไหลหมุนเวียนภายในเตาแล้วไหลออกสู่ปล่อง ทำให้เพิ่มความร้อนภายในเตาสูงขึ้น การลงทุนสร้างเตาชนิดนี้นับว่าค่อนข้างสูงและใช้เทคนิคมาก การใช้อิฐทนไฟก็จะต้องเลือกพิจารณาให้เหมาะสมเตาชนิดนี้เป็นที่นิยมมากสำหรับทำผลิตภัณฑ์ที่เผาอุณหภูมิสูง

11. <u>อุปกรณ์และเครื่องมือวัดอุณหภูมิในเตาเผา</u>

ปัจจุบันได้มีผู้คิดอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ หลายชนิด ซึ่งชนิดที่ใช้วัดอุณหภูมิอย่างสูงได้แน่นอน ได้แก่

11.1 เทอร์โมคอปเปิล (thermocouple) อาศัยหลักการการเกิดกระแสไฟฟ้าจากความร้อน (thermo electric pyrometer) โดยนำเอาโลหะสองชนิดมาเชื่อมปลายติดกัน เรียกว่า ฮอทจังชัน (hot junction) แต่โลหะทั้งสองชนิดจะต้องมีคุณสมบัติแตกต่างกัน ใส่ในเตาให้ได้รับความร้อนส่วนปลายอีกด้านหนึ่งต่อเข้ากับเครื่องวัดอุณหภูมิ (indicator) แล้วเข็มจะชี้บอกอัตราความร้อนตามความมากน้อยของกระแสไฟฟ้า จะมีตัวเลขเทียบอุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียสและฟาเรนไฮต์ ปลายของโลหะที่ต่อไปยังหน้าปัดเรียกว่า โคลด์จังชัน เทอร์โมคอปเปิล (cold junction thermocouple) ที่วัดอุณหภูมิสูง ๆ จะมีเครื่องป้องกัน (protectube) ทำด้วยวัตถุทนไฟป้องกันอีกชั้นหนึ่ง

11.2 ไพโรเมตริก โคน (pyrometric cone) ไพโรเมตริก โคน หรือเรียกสั้น ๆ ว่าโคน เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิภายในเตา การใช้ก็ง่ายและสะดวก ผู้ที่คิดทำโคนเป็นครั้งแรก ได้แก่ ชาวเยอรมันชื่อ เซกเกอร์ (Segger) ตั้งชื่อว่า เซกเกอร์ โคน (segger cone) โดยนำเอาวัตถุดิบผสมกับฟลักซ์ ตามสัดส่วนต่าง ๆ มาทำเป็นปิรามิดสามเหลี่ยม ซึ่งใช้วัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 585 องศาเซลเซียสขึ้นไปจนถึง 2,015 องศาเซลเซียส และแบ่งออกเป็นหมายเลขต่างๆ ถึง 42 หมายเลข ระบบการจัดหมายเลขอุณหภูมิต่ำจะให้ตัวเลขศูนย์นำหน้า เช่น อุณหภูมิที่ต่ำที่สุด 022 อุณหภูมิสูงสุด หมายเลข 42 เป็นต้น โคนที่ใช้เป็นมาตรฐานในปัจจุบัน คือ ของเซกเกอร์ โคน และออร์ตัน โคน (orton cone)

ออร์ตัน (Orton. 1965 : 7 - 8) ระบุว่า ออร์ตัน โคน นั้น มี 2 ขนาดด้วยกัน คือ ขนาดใหญ่ ยาว 6.35 เซนติเมตร และ ขนาดเล็ก ยาว 4.57 เซนติเมตร

วิธีการใช้โคนคือต้องนำไปปักในฐานที่เป็นดิน สามารถทำเองได้โดยผู้ใช้ หรืออาจจะใช้วัสดุทนไฟที่เป็นฐานสะดวกในการใช้ และจะต้องไม่มีการหดตัวมากเกินไปเพราะจะทำให้แตกรอบ ๆ โคนได้ การวางโคนให้ได้ระดับ คือ 82 องศาจากแนวนอน

นอกจากนี้ ทวี พรหมพฤกษ์ (2523 : 68) กล่าวเพิ่มเติมอีกว่า การเผาแต่ละครั้งต้องวางโคน 3 ตัว เรียงเบอร์กันตามลำดับ และวางในที่สามารถมองเห็นได้สะดวก แต่ละตัว มีความทนความร้อนในจุดต่าง ๆ กันเมื่อเผาอุณหภูมิถึงจุดสุกตัวของโคนตัวใดแล้ว โคนนั้นจะล้มลงมาติดที่ฐานรอง

11.3 บูลเลอร์ริง (buller's ring) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดอุณหภูมิในเตามีลักษณะเป็นรูปวงกลมวงแหวน มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6.35 เซนติเมตร ทำจากวัสดุเซรามิกส์ใช้วางไว้ในเตาใกล้ช่องดูไฟ หรือในตำแหน่งที่สามารถเกี่ยวออกมาได้ระหว่างการเผา และจะนำออกมาวัดการหดตัวของเส้นผ่าศูนย์กลาง โดยเครื่องมือวัด แล้วอ่านค่าตัวเลขเพื่อนำไปเทียบ ในตารางมาตรฐานที่แสดงค่าของอุณหภูมิไว้ สามารถใช้วัดอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 960 ถึง 1400 องศาเซลเซียส (Fournier. 1977 : 35)

11.4 ออฟติคอล ไพโรมิเตอร์ (optical pyrometer)เป็นเครื่องมือที่มีลักษณะคล้ายกล้องใช้ส่องที่ช่องดูไฟในเตา วิธีใช้จะปรับปุ่มข้าง ๆ เครื่องโดยการหมุนดูในเตาจนกว่าแสงสีแดงเป็นสาย ๆ ในเครื่องวัดหายไปสามารถอ่านค่าได้จากเข็มวัดที่อยู่ด้านล่าง (Fournier. 1977 : 159)

12. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นิวัตร พัฒนะ (2534 : 152) ได้ทำการทดลองศึกษา ลักษณะของเคลือบเฟลด์สปาร์ เผาที่อุณหภูมิ 1,240 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศแบบออกซิเดชันและแบบรีดักชัน โดยสุ่มสัดส่วนของอลูมินา 0.2 ถึง 0.5 โมล ต่อซิลิกา 2.0 ถึง 5.0 โมล พบว่าลักษณะของเคลือบที่ได้จากการทดลองเผา ในบรรยากาศแบบออกซิเดชันและรีดักชัน มีระดับความมันเกิดขึ้น 3 ลักษณะ คือ เคลือบด้าน เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน และเคลือบมันแวววาว มีตำหนิที่ทำให้ลักษณะเคลือบขาดความสมบูรณ์ 2 ลักษณะคือ รูเข็ม และตำหนิเคลือบราน โดยเฉพาะระดับความมันของ

เคลือบจะมีความแตกต่างกันไปตามสัดส่วนของอลูมินาต่อซิลิกา

สุมาลี ลิขิตวนิชกุล (2539 : 1-8) ได้ทำการทดลองเคลือบสีแดงจากโครมิกออกไซด์ โดยใช้สูตรเคลือบของเซกเกอร์ ยึดสัดส่วนของอลูมินา 0.2 - 0.45 ต่อ ซิลิกา 2.5 - 4.5 ได้ทั้งสิ้นจำนวน 30 สูตร เติมโครมิกออกไซด์ ร้อยละ 0.5 เผาที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชัน พบว่า ปริมาณของอลูมินาและซิลิกาที่เปลี่ยนไปทำให้ได้สีของเคลือบลักษณะของเคลือบและการหลอมละลาย แตกต่างกันไปในแต่ละอัตราส่วน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

เพื่อให้การวิจัยครั้งนี้บรรลุผลตามจุดมุ่งหมาย ผู้วิจัยดำเนินการตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง
2. ตัวแปรที่ศึกษา
3. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
4. การดำเนินการทดลอง
5. สถานที่และระยะเวลาในการทดลอง
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. <u>วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง</u>

1.1 การทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยคำนวณน้ำเคลือบจากสูตรเอมไพริคัลเป็นสูตรเคลือบพื้นฐานดังนี้

0.25 K_2O

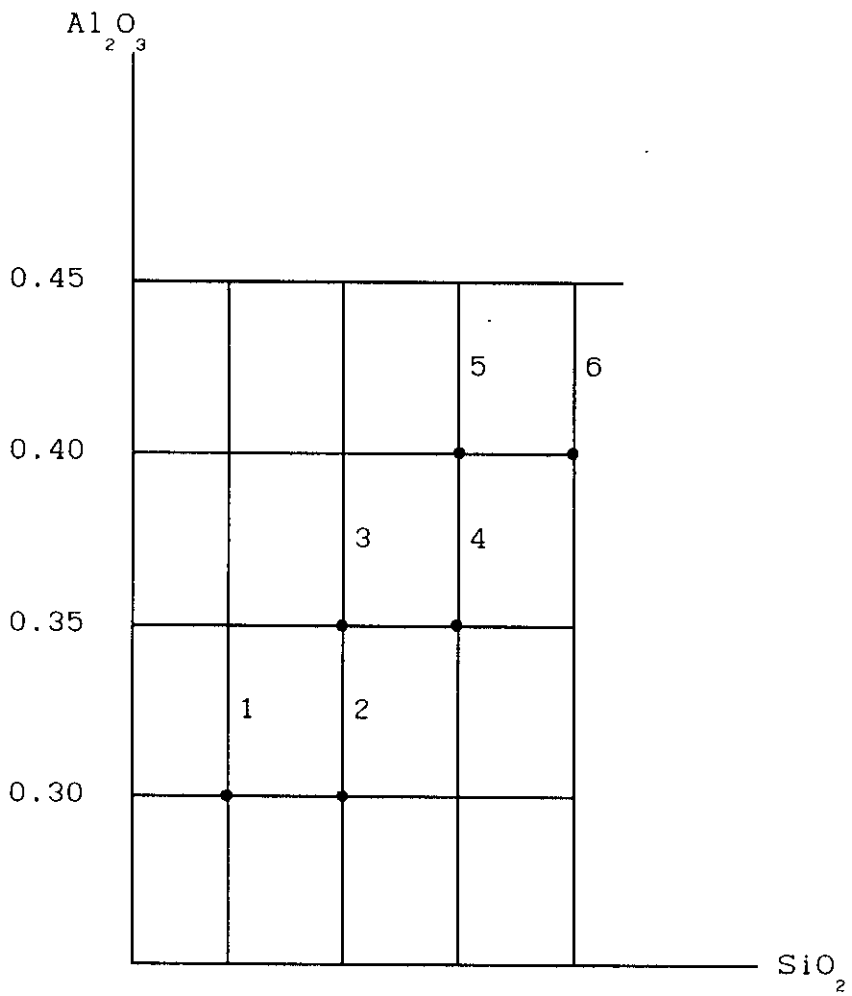
0.50 CaO

0.10 MgO 0.30 - 0.45 Al_2O_3 2.10 - 3.15 SiO_2

0.10 BaO

0.05 ZnO

1.2 หาอัตราส่วนผสมระหว่าง Al_2O_3 และ SiO_2 ใช้ตารางแบบสองแกนและสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจงได้ทั้งหมด 6 จุด



ภาพประกอบ 1 แสดงสัดส่วนของอลูมินาต่อซิลิกาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

สูตรพื้นฐานที่ใช้ในการวิจัย จากการกำหนดสูตรพื้นฐานและกลุ่มตัวอย่างสัดส่วนของอลูมินาต่อซิลิกา สามารถแสดงเป็นสูตรพื้นฐานที่ใช้ในการวิจัยได้ดังนี้

สูตรที่ 1

0.25 K_2O

0.50 CaO

0.10 MgO 0.30 Al_2O_3 2.10 SiO_2

0.10 BaO

0.05 ZnO

สูตรที่ 2

0.25 K_2O

0.50 CaO

0.10 MgO 0.30 Al_2O_3 2.45 SiO_2

0.10 BaO

0.05 ZnO

สูตรที่ 3

0.25 K_2O

0.50 CaO

0.10 MgO 0.35 Al_2O_3 2.45 SiO_2

0.10 BaO

0.05 ZnO

สูตรที่ 4

0.25 K_2O

0.50 CaO

0.10 MgO 0.35 Al_2O_3 2.80 SiO_2

0.10 BaO

0.05 ZnO

สูตรที่ 5

0.25 K_2O

0.50 CaO

0.10 MgO 0.40 Al_2O_3 2.80 SiO_2

0.10 BaO

0.05 ZnO

สูตรที่ 6 0.25 K_2O

0.50 CaO

0.10 MgO 0.40 Al_2O_3 3.15 SiO_2

0.10 BaO

0.05 ZnO

1.3 หาอัตราส่วนผสมของเคลือบใสพื้นฐานทั้ง 6 สูตร โดยการคำนวณให้เป็นอัตราส่วนร้อยละดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงอัตราส่วนผสมของเคลือบพื้นฐาน

	* สูตร 1	* สูตร 2	* สูตร 3	* สูตร 4	* สูตร 5	* สูตร 6
โปแตสเฟลด์สปาร์	52.70	48.81	47.66	44.46	43.50	40.82
โดโลไมท์	6.96	6.45	6.30	5.90	5.75	5.40
แคลเซียมคาร์บอเนต	15.13	14.02	13.70	12.77	12.50	11.73
แบเรียมคาร์บอเนต	7.45	6.91	6.74	6.30	6.15	5.77
สังกะสีออกไซด์	1.53	1.42	1.39	1.30	1.26	1.19
ดินขาวระนอง	4.88	4.52	8.80	8.20	12.10	11.34
ควอทซ์	11.35	17.88	15.40	21.07	18.74	23.75

สูตร 1 ใช้สำหรับเคลือบส่วนผสมที่ 1 ถึง 20

สูตร 2 ใช้สำหรับเคลือบส่วนผสมที่ 21 ถึง 40

สูตร 3 ใช้สำหรับเคลือบส่วนผสมที่ 41 ถึง 60

สูตร 4 ใช้สำหรับเคลือบส่วนผสมที่ 61 ถึง 80

สูตร 5 ใช้สำหรับเคลือบส่วนผสมที่ 81 ถึง 100

สูตร 6 ใช้สำหรับเคลือบส่วนผสมที่ 101 ถึง 120

1.4 วัตถุดิบที่ให้สีในการทดลองครั้งนี้ได้แก่

1.4.1 ทองแดงออกไซด์ อัตราส่วนผสมในเคลือบใส่ร้อยละ 1 ถึง 19

1.4.2 เหล็กออกไซด์ อัตราส่วนผสมในเคลือบใส่ร้อยละ 1 ถึง 19

2. <u>ตัวแปรที่ศึกษา</u>

2.1 ตัวแปรต้น ได้แก่

2.1.1 อัตราส่วนผสมของเคลือบพื้นฐาน

2.1.2 ปริมาณของทองแดงออกไซด์ในเคลือบเฟลด์สปาร์

2.1.3 ปริมาณของเหล็กออกไซด์ในเคลือบเฟลด์สปาร์

2.1.4 บรรยากาศในการเผาเคลือบ

2.1.4.1 บรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชัน

2.1.4.2 บรรยากาศการเผาแบบรีดักชัน

2.2 ตัวแปรตาม ได้แก่ ลักษณะของเคลือบ มีดังนี้

2.2.1 สีของเคลือบ

2.2.2 ลักษณะความมันของเคลือบ

2.2.3 ลักษณะความสมบูรณ์ของเคลือบ

3. <u>อุปกรณ์และ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง</u>

3.1 เครื่องชั่งระบบไฟฟ้า

3.2 หม้อบดเล็ก

3.3 ตะแกรงร่อน ขนาด 100 เมช

3.4 กระบอกตวง

3.5 เตาแก๊สทางเดินลมร้อนลง

3.6 เทอร์โมคอปเปิล

3.7 ไพโรเมตริก โคน เบอร์ 8

3.8 ชิ้นทดลอง ขนาด 3 x 3 x 0.6 เซนติเมตร ผ่านการเผาดิบที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส

3.9 สีใต้เคลือบ

3.10 พู่กัน

4. การดำเนินการทดลอง

ในการดำเนินการทดลองผู้วิจัยได้แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ

4.1 ขั้นเตรียมวัตถุดิบ

4.1.1 ชั่งส่วนผสมของเคลือบตามตาราง 4 ส่วนผสมละ 100 กรัม รวมทั้งสิ้น 120 สูตร

4.1.2 นำวัตถุดิบที่ชั่งตามอัตราส่วนผสมเติมน้ำไปบดด้วยหม้อบดเล็ก ใช้เวลาในการบด 2 ชั่วโมง

4.1.3 กรองน้ำเคลือบผ่านตะแกรงร่อน 100 เมช

4.2 ขั้นเตรียมการเผา

4.2.1 เตรียมชิ้นทดลองที่ผ่านการเผาดิบแล้วมาทำความสะอาดโดยการเช็ดด้วยฟองน้ำชุบน้ำหมาด ๆ

4.2.2 เขียนรหัสใต้ชิ้นทดลองด้วยสีใต้เคลือบโดยกำหนด ให้เป็นตัวเลขและตัวอักษรร่วมกัน เช่น 1(OF),1(RF),2(OF),2(RF),119(OF),119·(RF),120(OF), 120(RF) เป็นต้น

4.2.2.1 ตัวเลข 1 ถึง 120 แทนจำนวนสูตรเคลือบที่มีการเติมทองแดงออกไซด์ และเหล็กออกไซด์ ตามตาราง 4

4.2.2.2 ตัวอักษร OF แทนการเผาบรรยากาศแบบออกซิเดชัน ตัวอักษร RF แทนการเผาบรรยากาศแบบรีดักชัน

4.2.3 นำชิ้นทดลองไปชุบเคลือบ ด้วยวิธีจุ่ม ใช้เวลาในการจุ่ม 5 วินาที สูตรละ 4 ชิ้น ทดลองรวมทั้งสิ้น 480 ชิ้นทดลอง

4.2.4 นำชิ้นทดลองไปเผาเคลือบที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส

4.2.4.1 เผาในบรรยากาศแบบออกซิเดชันจำนวน 240 ชิ้นทดลอง

4.2.4.2 เผาในบรรยากาศแบบรีดักชั่น จำนวน 240 ชิ้นทดลอง

4.3 ขั้นวิเคราะห์ผลนำชิ้นทดลองทั้งหมด 480 ชิ้นทดลอง ไปวิเคราะห์ผลโดยผู้เชี่ยวชาญ

ตาราง 4 แสดงอัตราส่วนผสมของเคลือบ

หมายเลขส่วนผสม	โปแตสเฟลด์–สปาร์	โดโล–ไมท์	แคลเซี่ยม–คาร์บอเนต	แบเรียมคาร์–บอเนต	สังกะสีออกไซด์	ดินขาว–ระนอง	ควอทซ์	ทองแดงออกไซด์	เหล็กออก–ไซด์
1	52.70	6.96	15.13	7.45	1.53	4.88	11.35	1	–
2	52.70	6.96	15.13	7.45	1.53	4.88	11.35	3	–
3	52.70	6.96	15.13	7.45	1.53	4.88	11.35	5	–
4	52.70	6.96	15.13	7.45	1.53	4.88	11.35	7	–
5	52.70	6.96	15.13	7.45	1.53	4.88	11.35	9	–
6	52.70	6.96	15.13	7.45	1.53	4.88	11.35	11	–
7	52.70	6.96	15.13	7.45	1.53	4.88	11.35	13	–
8	52.70	6.96	15.13	7.45	1.53	4.88	11.35	15	–
9	52.70	6.96	15.13	7.45	1.53	4.88	11.35	17	–
10	52.70	6.96	15.13	7.45	1.53	4.88	11.35	19	–
11	52.70	6.96	15.13	7.45	1.53	4.88	11.35	–	1
12	52.70	6.96	15.13	7.45	1.53	4.88	11.35	–	3
13	52.70	6.96	15.13	7.45	1.53	4.88	11.35	–	5
14	52.70	6.96	15.13	7.45	1.53	4.88	11.35	–	7

ตาราง 4 (ต่อ)

หมายเลขส่วนผสม	โปแตสเฟลด์–สปาร์	โดโล–ไมท์	แคลเซี่ยม–คาร์บอเนต	แบเรียมคาร์–บอเนต	สังกะสีออกไซด์	ดินขาว–ระนอง	ควอทซ์	ทองแดงออกไซด์	เหล็กออก–ไซด์
15	52.70	6.96	15.13	7.45	1.53	4.88	11.35	–	9
16	52.70	6.96	15.13	7.45	1.53	4.88	11.35	–	11
17	52.70	6.96	15.13	7.45	1.53	4.88	11.35	–	13
18	52.70	6.96	15.13	7.45	1.53	4.88	11.35	–	15
19	52.70	6.96	15.13	7.45	1.53	4.88	11.35	–	17
20	52.70	6.96	15.13	7.45	1.53	4.88	11.35	–	19
21	48.81	6.45	14.02	6.91	1.42	4.52	17.88	1	–
22	48.81	6.45	14.02	6.91	1.42	4.52	17.88	3	–
23	48.81	6.45	14.02	6.91	1.42	4.52	17.88	5	–
24	48.81	6.45	14.02	6.91	1.42	4.52	17.88	7	–
25	48.81	6.45	14.02	6.91	1.42	4.52	17.88	9	–
26	48.81	6.45	14.02	6.91	1.42	4.52	17.88	11	–
27	48.81	6.45	14.02	6.91	1.42	4.52	17.88	13	–
28	48.81	6.45	14.02	6.91	1.42	4.52	17.88	15	–

ตาราง 4 (ต่อ)

หมายเลขส่วนผสม	โปแตสเฟลด์–สปาร์	โดโล–ไมท์	แคลเซี่ยม–คาร์บอเนต	แบเรียมคาร์–บอเนต	สังกะสีออกไซด์	ดินขาว–ระนอง	ควอทซ์	ทองแดงออกไซด์	เหล็กออก–ไซด์
29	48.81	6.45	14.02	6.91	1.42	4.52	17.88	17	–
30	48.81	6.45	14.02	6.91	1.42	4.52	17.88	19	–
31	48.81	6.45	14.02	6.91	1.42	4.52	17.88	–	1
32	48.81	6.45	14.02	6.91	1.42	4.52	17.88	–	3
33	48.81	6.45	14.02	6.91	1.42	4.52	17.88	–	5
34	48.81	6.45	14.02	6.91	1.42	4.52	17.88	–	7
35	48.81	6.45	14.02	6.91	1.42	4.52	17.88	–	9
36	48.81	6.45	14.02	6.91	1.42	4.52	17.88	–	11
37	48.81	6.45	14.02	6.91	1.42	4.52	17.88	–	13
38	48.81	6.45	14.02	6.91	1.42	4.52	17.88	–	15
39	48.81	6.45	14.02	6.91	1.42	4.52	17.88	–	17
40	48.81	6.45	14.02	6.91	1.42	4.52	17.88	–	19
41	47.66	6.30	13.70	6.74	1.39	8.80	15.40	1	–
42	47.66	6.30	13.70	6.74	1.39	8.80	15.40	3	–

ตาราง 4 (ต่อ)

หมายเลขส่วนผสม	โปแตสเฟลด์–สปาร์	โดโล–ไมท์	แคลเซี่ยม–คาร์บอเนต	แบเรียมคาร์–บอเนต	สังกะสีออกไซด์	ดินขาว–ระนอง	ควอทซ์	ทองแดงออกไซด์	เหล็กออก–ไซด์
43	47.66	6.30	13.70	6.74	1.39	8.80	15.40	5	–
44	47.66	6.30	13.70	6.74	1.39	8.80	15.40	7	–
45	47.66	6.30	13.70	6.74	1.39	8.80	15.40	9	–
46	47.66	6.30	13.70	6.74	1.39	8.80	15.40	11	–
47	47.66	6.30	13.70	6.74	1.39	8.80	15.40	13	–
48	47.66	6.30	13.70	6.74	1.39	8.80	15.40	15	–
49	47.66	6.30	13.70	6.74	1.39	8.80	15.40	17	–
50	47.66	6.30	13.70	6.74	1.39	8.80	15.40	19	–
51	47.66	6.30	13.70	6.74	1.39	8.80	15.40	–	1
52	47.66	6.30	13.70	6.74	1.39	8.80	15.40	–	3
53	47.66	6.30	13.70	6.74	1.39	8.80	15.40	–	5
54	47.66	6.30	13.70	6.74	1.39	8.80	15.40	–	7
55	47.66	6.30	13.70	6.74	1.39	8.80	15.40	–	9
56	47.66	6.30	13.70	6.74	1.39	8.80	15.40	–	11

ตาราง 4 (ต่อ)

หมายเลขส่วนผสม	โปแตสเฟลด์–สปาร์	โดโล–ไมท์	แคลเซี่ยม–คาร์บอเนต	แบเรียมคาร์–บอเนต	สังกะสีออกไซด์	ดินขาว–ระนอง	ควอทซ์	ทองแดงออกไซด์	เหล็กออก–ไซด์
57	47.66	6.30	13.70	6.74	1.39	8.80	15.40	–	13
58	47.66	6.30	13.70	6.74	1.39	8.80	15.40	–	15
59	47.66	6.30	13.70	6.74	1.39	8.80	15.40	–	17
60	47.66	6.30	13.70	6.74	1.39	8.80	15.40	–	19
61	44.46	5.90	12.17	6.30	1.30	8.20	21.07	1	–
62	44.46	5.90	12.17	6.30	1.30	8.20	21.07	3	–
63	44.46	5.90	12.17	6.30	1.30	8.20	21.07	5	–
64	44.46	5.90	12.17	6.30	1.30	8.20	21.07	7	–
65	44.46	5.90	12.17	6.30	1.30	8.20	21.07	9	–
66	44.46	5.90	12.17	6.30	1.30	8.20	21.07	11	–
67	44.46	5.90	12.17	6.30	1.30	8.20	21.07	13	–
68	44.46	5.90	12.17	6.30	1.30	8.20	21.07	15	–
69	44.46	5.90	12.17	6.30	1.30	8.20	21.07	17	–
70	44.46	5.90	12.17	6.30	1.30	8.20	21.07	19	–

ตาราง 4 (ต่อ)

หมายเลขส่วนผสม	โปแตสเฟลด์–สปาร์	โดโล–ไมท์	แคลเซี่ยม–คาร์บอเนต	แบเรียมคาร์–บอเนต	สังกะสีออกไซด์	ดินขาว–ระนอง	ควอทซ์	ทองแดงออกไซด์	เหล็กออก–ไซด์
71	44.46	5.90	12.17	6.30	1.30	8.20	21.07	–	1
72	44.46	5.90	12.17	6.30	1.30	8.20	21.07	–	3
73	44.46	5.90	12.17	6.30	1.30	8.20	21.07	–	5
74	44.46	5.90	12.17	6.30	1.30	8.20	21.07	–	7
75	44.46	5.90	12.17	6.30	1.30	8.20	21.07	–	9
76	44.46	5.90	12.17	6.30	1.30	8.20	21.07	–	11
77	44.46	5.90	12.17	6.30	1.30	8.20	21.07	–	13
78	44.46	5.90	12.17	6.30	1.30	8.20	21.07	–	15
79	44.46	5.90	12.17	6.30	1.30	8.20	21.07	–	17
80	44.46	5.90	12.17	6.30	1.30	8.20	21.07	–	19
81	43.50	5.75	12.50	6.15	1.26	21.10	18.74	1	–
82	43.50	5.75	12.50	6.15	1.26	21.10	18.74	3	–
83	43.50	5.75	12.50	6.15	1.26	21.10	18.74	5	–
84	43.50	5.75	12.50	6.15	1.26	21.10	18.74	7	–

ตาราง 4 (ต่อ)

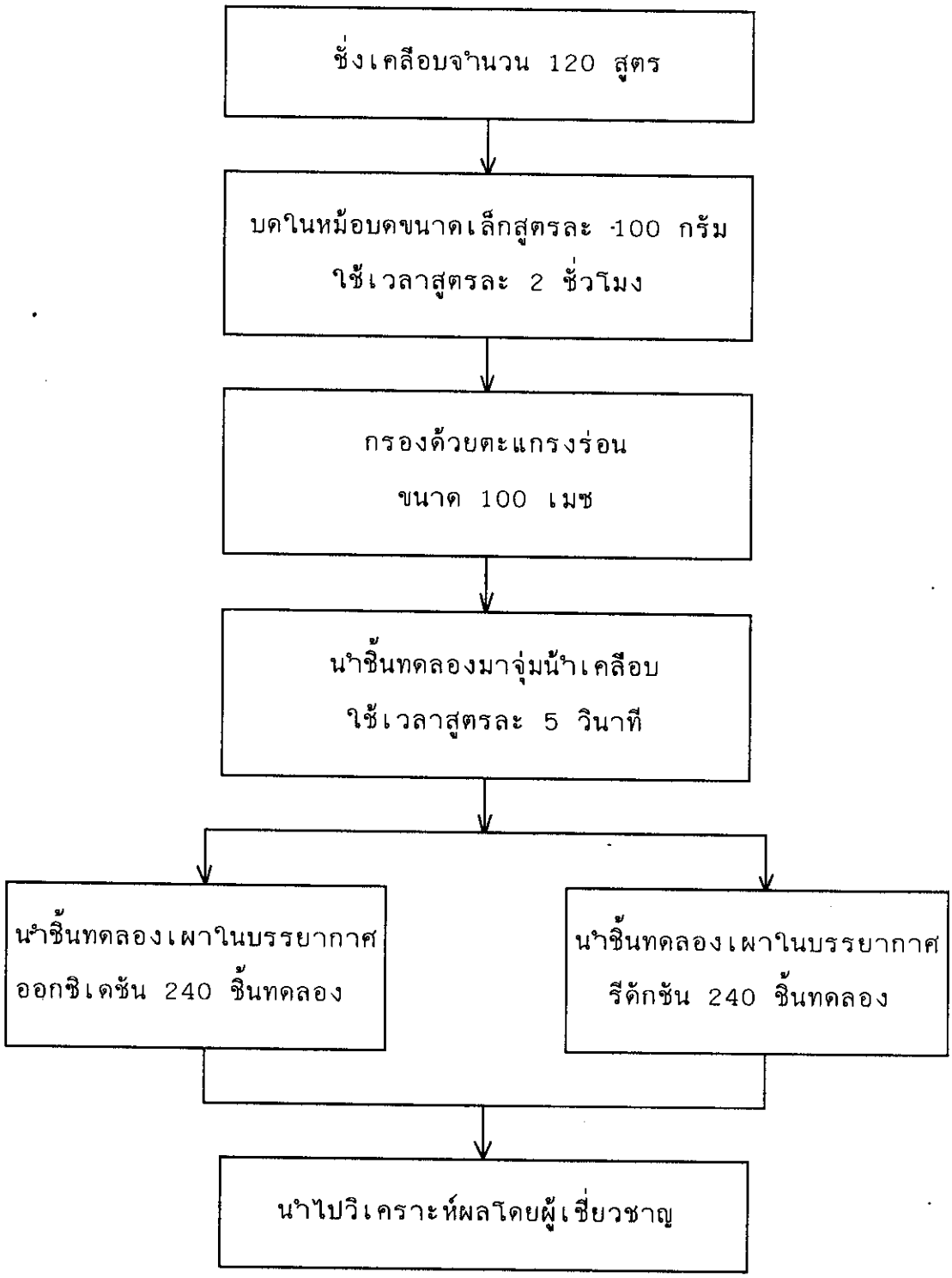
หมายเลขส่วนผสม	โปแตสเฟลด์–สปาร์	โดโล–ไมท์	แคลเซี่ยม–คาร์บอเนต	แบเรียมคาร์–บอเนต	ส้งกะสีออกไซด์	ดินขาว–ระนอง	ควอทซ์	ทองแดงออกไซด์	เหล็กออก–ไซด์
85	43.50	5.75	12.50	6.15	1.26	21.10	18.74	9	–
86	43.50	5.75	12.50	6.15	1.26	21.10	18.74	11	–
87	43.50	5.75	12.50	6.15	1.26	21.10	18.74	13	–
88	43.50	5.75	12.50	6.15	1.26	21.10	18.74	15	–
89	43.50	5.75	12.50	6.15	1.26	21.10	18.74	17	–
90	43.50	5.75	12.50	6.15	1.26	21.10	18.74	19	–
91	43.50	5.75	12.50	6.15	1.26	21.10	18.74	–	1
92	43.50	5.75	12.50	6.15	1.26	21.10	18.74	–	3
93	43.50	5.75	12.50	6.15	1.26	21.10	18.74	–	5
94	43.50	5.75	12.50	6.15	1.26	21.10	18.74	–	7
95	43.50	5.75	12.50	6.15	1.26	21.10	18.74	–	9
96	43.50	5.75	12.50	6.15	1.26	21.10	18.74	–	11
97	43.50	5.75	12.50	6.15	1.26	21.10	18.74	–	13
98	43.50	5.75	12.50	6.15	1.26	21.10	18.74	–	15

ตาราง 4 (ต่อ)

หมายเลขส่วนผสม	โปแตสเฟลด์–สปาร์	โดโล–ไมท์	แคลเซี่ยม–คาร์บอเนต	แบเรียมคาร์–บอเนต	สังกะสีออกไซด์	ดินขาว–ระนอง	ควอทซ์	ทองแดงออกไซด์	เหล็กออก–ไซด์
99	43.50	5.75	12.50	6.15	1.26	21.10	18.74	–	17
100	43.50	5.75	12.50	6.15	1.26	21.10	18.74	–	19
101	40.82	5.40	11.73	5.77	1.19	11.34	23.75	1	–
102	40.82	5.40	11.73	5.77	1.19	11.34	23.75	3	–
103	40.82	5.40	11.73	5.77	1.19	11.34	23.75	5	–
104	40.82	5.40	11.73	5.77	1.19	11.34	23.75	7	–
105	40.82	5.40	11.73	5.77	1.19	11.34	23.75	9	–
106	40.82	5.40	11.73	5.77	1.19	11.34	23.75	11	–
107	40.82	5.40	11.73	5.77	1.19	11.34	23.75	13	–
108	40.82	5.40	11.73	5.77	1.19	11.34	23.75	15	–
109	40.82	5.40	11.73	5.77	1.19	11.34	23.75	17	–
110	40.82	5.40	11.73	5.77	1.19	11.34	23.75	19	–
111	40.82	5.40	11.73	5.77	1.19	11.34	23.75	–	1
112	40.82	5.40	11.73	5.77	1.19	11.34	23.75	–	3

ตาราง 4 (ต่อ)

หมายเลขส่วนผสม	โปแตสเฟลด์–สปาร์	โดโล–ไมท์	แคลเซี่ยม–คาร์บอเนต	แบเรียมคาร์–บอเนต	สังกะสีออกไซด์	ดินขาว–ระนอง	ควอทซ์	ทองแดงออกไซด์	เหล็กออก–ไซด์
113	40.82	5.40	11.73	5.77	1.19	11.34	23.75	-	5
114	40.82	5.40	11.73	5.77	1.19	11.34	23.75	-	7
115	40.82	5.40	11.73	5.77	1.19	11.34	23.75	-	9
116	40.82	5.40	11.73	5.77	1.19	11.34	23.75	-	11
117	40.82	5.40	11.73	5.77	1.19	11.34	23.75	-	13
118	40.82	5.40	11.73	5.77	1.19	11.34	23.75	-	15
119	40.82	5.40	11.73	5.77	1.19	11.34	23.75	-	17
120	40.82	5.40	11.73	5.77	1.19	11.34	23.75	-	19



ภาพประกอบ 2 แสดงการดำเนินการทดลอง

5. **สถานที่และระยะ เวลาในการทดลอง**

5.1 ในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยใช้สถานที่ทำการวิจัยทดลอง ดังนี้

5.1.1 ภาควิชาเครื่องปั้นดินเผา คณะวิชาอุตสาหกรรมศึกษา สถาบันราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร

5.1.2 ภาควิชาอุตสาหกรรมศิลป์ คณะวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏสุราษฎร์ธานี

5.2 ระยะเวลาที่ทำการวิจัยทดลอง ผู้วิจัยจะดำเนินการวิจัยทดลองตั้งแต่ เดือน มิถุนายน 2538 ถึง เดือน พฤศจิกายน 2538

6. **การวิเคราะห์ข้อมูล**

การวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองครั้งนี้ จะทำการวิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน มีประสบการณ์ไม่น้อยกว่า 10 ปี ซึ่งประกอบด้วยผู้สอน ในสาขาวิชาเซรามิกส์ จำนวน 2 ท่าน และผู้ที่ทำงาน ในสถานประกอบการอุตสาหกรรมเซรามิกส์ ระดับหัวหน้างาน 1 ท่าน

7. **เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล**

7.1 เปรียบเทียบสีโดยวิเคราะห์ตามตารางเทียบสีสำเร็จรูป ของบริษัทด้นแคนเซรามิกส์ เฟสโน

7.2 วิเคราะห์ความมันของเคลือบโดยใช้เกณฑ์การประเมินค่าดังนี้

7.2.1 หมายเลข 1 หมายถึง เคลือบไม่หลอมละลาย

7.2.2 หมายเลข 2 หมายถึง เคลือบด้าน

7.2.3 หมายเลข 3 หมายถึง เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน

7.2.4 หมายเลข 4 หมายถึง เคลือบมันแววววาว

7.3 วิเคราะห์ความสมบูรณ์ของเคลือบโดยใช้เกณฑ์การประเมินค่าดังนี้

7.3.1 หมายเลข 1 หมายถึง เคลือบเป็นรูเข็ม

7.3.2 หมายเลข 2 หมายถึง เคลือบราน

7.3.3 หมายเลข 3 หมายถึง เคลือบพอง

7.3.4 หมายเลข 4 หมายถึง ไม่มีตำหนิ

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การทดลองครั้งนี้ผู้วิจัย ได้ทดลองทำเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์ และเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ ทั้งหมด 120 สูตร โดยการเผา 2 บรรยากาศคือ การเผาบรรยาศแบบออกซิเดชันและการเผาบรรยากาศแบบรีดักชัน ที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส รวมจำนวนชิ้นทดลองทั้งหมด 480 ชิ้นทดลอง ผู้วิจัยได้นำผลการทดลองมาวิเคราะห์แบ่งออกเป็นตอน ๆ ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์สีของเคลือบ

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ลักษณะความมันของเคลือบ

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ลักษณะความสมบูรณ์ของเคลือบ

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์สีของเคลือบโดยการเปรียบเทียบระหว่างสีของเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์ ในการเผาบรรยากาศออกซิเดชันกับสีของเหล็กออกไซด์ ในการเผาบรรยากาศรีดักชันโดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ทั้ง 6 สูตร จากการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่านปรากฏผลวิเคราะห์ดังตาราง 5 ถึง 10

ตาราง 5 แสดงผลการวิเคราะห์สีของทองแดงออกไซด์ ในการเผาแบบออกซิเดชัน กับสีของเหล็กออกไซด์ในการเผาแบบรีดักชันโดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ สูตรที่ 1

สูตร	สี	สูตร	สี
1	บลูไอวารี(Blue Ivory)	11	เบบี้บลู(Baby Blue)
2	เอเวอร์กรีน(Evergreen)	12	โฟลิเอจ กรีน(Foliage Green)
3	โคโลเนียล พิวเตอร์ (Colonial Pewter)	13	อโวคาโด (Avocado)
4	โคโลเนียล พิวเตอร์	14	สวีทฮันนี(Sweet Honey)
5	โคโลเนียล พิวเตอร์	15	บราวน์(Brown)
6	โคโลเนียล พิวเตอร์	16	ดาร์กบราวน์(Dark Brown)
7	โคโลเนียล พิวเตอร์	17	ดาร์กบราวน์
8	โคโลเนียล พิวเตอร์	18	ดาร์กบราวน์
9	โคโลเนียล พิวเตอร์	19	บัตเตอร์สก๊อตซ์(Butterscotch)
10	โคโลเนียล พิวเตอร์	20	บัตเตอร์สก๊อตซ์

จากตาราง 5 แสดงให้เห็นว่าหลังการเผาเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์ในบรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชันกับเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศการเผาแบบรีดักชัน โดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 1 ให้สีที่แตกต่างกันโดยสูตรหมายเลข 1-10 จะให้ลักษณะสีเขียวถึงดำ และสูตรหมายเลข 11-20 จะให้ลักษณะสีเขียวถึงน้ำตาล โดยมีชื่อเรียกแตกต่างกัน

ตาราง 6 แสดงผลการวิเคราะห์สีของทองแดงออกไซด์ ในการเผาแบบออกซิเดชัน กับสีของเหล็กออกไซด์ ในการเผาแบบรีดักชันโดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ สูตรที่ 2

สูตร	สี	สูตร	สี
21	ซีโฟม (Sea foam)	31	มินท์บลู (Mint blue)
22	เอเวอร์กรีน	32	คริสต์มาสทรี กรีน (Christmas Tree Green)
23	เอเวอร์กรีน	33	อโวคาโด
24	โคโลเนียล พิวเตอร์	34	สวีท ฮันนี
25	โคโลเนียล พิวเตอร์	35	ดาร์ก บราวน์
26	โคโลเนียล พิวเตอร์	36	ดาร์ก บราวน์
27	โคโลเนียล พิวเตอร์	37	ดาร์ก บราวน์
28	โคโลเนียล พิวเตอร์	38	ดาร์ก บราวน์
29	โคโลเนียล พิวเตอร์	39	บัตเตอร์สก๊อตซ์
30	โคโลเนียล พิวเตอร์	40	บัตเตอร์สก๊อตซ์

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นว่าหลังการเผาเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์ในบรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชันกับเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศการเผาแบบรีดักชันโดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 2 ให้สีที่แตกต่างกันโดยสูตรหมายเลข 21-30 ให้สีเขียวถึงดำ และสูตรหมายเลข 31-40 ให้สีเขียวถึงน้ำตาล โดยมีชื่อเรียกแตกต่างกัน

ตาราง 7 แสดงผลการวิเคราะห์สีของทองแดงออกไซด์ ในการเผาแบบออกซิเดชั่น กับสีของเหล็กออกไซด์ ในการเผาแบบรีดักชั่นโดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ สูตรที่ 3

สูตร	สี	สูตร	สี
41	ซีโฟม	51	มินท์บลู
42	เอเวอร์กรีน	52	โฟลิเอจ กรีน
43	เอเวอร์กรีน	53	อโวคาโด
44	โคโลเนียล พิวเตอร์	54	บราวน์
45	โคโลเนียล พิวเตอร์	55	บราวน์
46	โคโลเนียล พิวเตอร์	56	เบิร์น ชูการ์(Burnt Sugar)
47	โคโลเนียล พิวเตอร์	57	บัตเตอร์สก๊อตซ์
48	โคโลเนียล พิวเตอร์	58	บัตเตอร์สก๊อตซ์
49	โคโลเนียล พิวเตอร์	59	บัตเตอร์สก๊อตซ์
50	โคโลเนียล พิวเตอร์	60	บัตเตอร์สก๊อตซ์

จากตาราง 7 แสดงให้เห็นว่าหลังการเผาเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์ในบรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชันกับเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศการเผาแบบรีดักชัน โดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 3 ให้สีที่แตกต่างกันโดยใช้สูตรหมายเลข 41-50 ให้สีเขียวถึงดำ และสูตรหมายเลข 51-60 ให้สีฟ้า เขียว น้ำตาล น้ำตาลแก่ โดยมีชื่อเรียกแตกต่างกัน

ตาราง 8 แสดงผลการวิเคราะห์สีของทองแดงออกไซด์ ในการเผาแบบออกซิเดชัน กับสีของเหล็กออกไซด์ ในการเผาแบบรีดักชันโดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ สูตรที่ 4

สูตร	สี	สูตร	สี
61	ชีโฟม	71	มินท์บลู
62	เซอเลอรี(Celery)	72	วีคเกอร์ (Wicker)
63	เซอเลอรี	73	อโวคาโด
64	เอเวอร์กรีน	74	สวีทฮันนี
65	เอเวอร์กรีน	75	บราวน์
66	ฟอเรสท์ กรีน(Forest Green)	76	เบิร์น ซูการ์
67	ฟอเรสท์ กรีน	77	ดาร์ก บราวน์
68	โคโลเนียล พิวเตอร์	78	บัตเตอร์สก๊อตซ์
69	โคโลเนียล พิวเตอร์	79	บัตเตอร์สก๊อตซ์
70	โคโลเนียล พิวเตอร์	80	บัตเตอร์สก๊อตซ์

จากตาราง 8 แสดงให้เห็นว่าภายหลังการเผาเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์ในบรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชันกับเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศการเผาแบบรีดักชัน โดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 4 ให้สีที่แตกต่างกันโดยสูตรหมายเลข 61-70 ให้สีเขียวถึงดำ และสูตรหมายเลข 71-80 ให้สีฟ้าอ่อนถึงน้ำตาล โดยมีชื่อเรียกแตกต่างกัน

ตาราง 9 แสดงผลการวิเคราะห์สีของทองแดงออกไซด์ ในการเผาแบบออกซิเดชั่น กับสีของเหล็กออกไซด์ ในการเผาแบบรีดักชันโดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ สูตรที่ 5

สูตร	สี	สูตร	สี
81	ซีโฟม	91	มินท์บลู
82	เซอเลอรี	92	โฟลิเอจ กรีน
83	เซอเลอรี	93	เฟิร์น กรีน (Fern Green)
84	โฟลิเอจ กรีน	94	สวีทฮันนี
85	โฟลิเอจ กรีน	95	บราวน์
86	โฟลิเอจ กรีน	96	บัตเตอร์สก๊อตช์
87	โฟลิเอจ กรีน	97	บัตเตอร์สก๊อตช์
88	โฟลิเอจ กรีน	98	บัตเตอร์สก๊อตช์
89	โฟลิเอจ กรีน	99	บัตเตอร์สก๊อตช์
90	โคโลเนียล พิวเตอร์	100	บัตเตอร์สก๊อตช์

จากตาราง 9 แสดงให้เห็นว่าหลังการเผาเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์ในบรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชันกับเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศการเผาแบบรีดักชันโดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 5 โดยสูตรหมายเลข 81-90 ให้สีเขียวถึงดำ และสูตรหมายเลข 91-100 ให้สีฟ้าถึงน้ำตาล สีที่ได้เหมือนกันและต่างกันตามปริมาณของออกไซด์ สูตรที่ให้สีเหมือนกันในบรรยากาศตรงข้ามกัน ได้แก่สูตรหมายเลข 84-89 ในบรรยากาศออกซิเดชัน ให้สีโฟลิเอจ กรีน เช่นเดียวกับสูตรหมายเลข 92 ในบรรยากาศรีดักชัน

ตาราง 10 แสดงผลการวิเคราะห์สีของทองแดงออกไซด์ ในการเผาแบบออกซิเดชัน กับสีของเหล็กออกไซด์ ในการเผาแบบรีดักชันโดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ สูตรที่ 6

สูตร	สี	สูตร	สี
101	ชีโฟม	111	เบบี้ บลู
102	เซอเลอรี	112	คริสต์มาสทรี กรีน
103	คริสต์มาสทรี กรีน	113	เฟิร์น กรีน
104	โฟลิเอจ กรีน	114	บราวน์
105	โคโลเนียล พิวเตอร์	115	เบิร์นซูการ์
106	โคโลเนียล พิวเตอร์	116	ดาร์ก บราวน์
107	โคโลเนียล พิวเตอร์	117	บัตเตอร์สก๊อตซ์
108	โคโลเนียล พิวเตอร์	118	บัตเตอร์สก๊อตซ์
109	โคโลเนียล พิวเตอร์	119	บัตเตอร์สก๊อตซ์
110	โคโลเนียล พิวเตอร์	120	บัตเตอร์สก๊อตซ์

จากตาราง 10 แสดงให้เห็นว่าหลังการเผาเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์ในบรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชันกับเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศการเผาแบบรีดักชันโดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรหมายเลข 101-110 ให้สีเขียวถึงดำ สูตรหมายเลข 111-120 ให้สีฟ้าถึงน้ำตาล สีที่ได้เหมือนกันและต่างกันตามปริมาณของออกไซด์ สูตรที่ให้สีเหมือนกันในบรรยากาศตรงข้ามกัน ได้แก่ สูตรหมายเลข 103 ในบรรยากาศออกซิเดชันให้สีคริสตมาส ทรี กรีน เช่นเดียวกับสูตรหมายเลข 112 ในบรรยากาศรีดักชัน

ตาราง 11 แสดงผลการวิเคราะห์สีของเหล็กออกไซด์ ในการเผาแบบออกซิเดชัน กับสีของทองแดงออกไซด์ ในการเผาแบบรีดักชันโดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ สูตรที่ 1

สูตร	สี	สูตร	สี
11	ไอวารี เพิร์ล(Ivory Pearl)	1	เจนเทิล โรส (Gentle Rose)
12	วีคเกอร์	2	โคโค บราวน์ (Cocoa Brown)
13	สวีท ฮันนี	3	เฟิร์น กรีน
14	สวีท ฮันนี	4	เฟิร์น กรีน
15	บราวน์	5	ออทัมน์ (Autumn)
16	ดาร์ก บราวน์	6	โคโลเนียล พิวเตอร์
17	บราวน์	7	โคโลเนียล พิวเตอร์
18	บราวน์	8	โคโลเนียล พิวเตอร์
19	เฟิร์น กรีน	9	โคโลเนียล พิวเตอร์
20	เอเวอร์เกลด กรีน (Everglade Green)	10	โคโลเนียล พิวเตอร์

จากตาราง 11 แสดงให้เห็นว่าหลังการเผาเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชันกับเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์ในบรรยากาศการเผาแบบรีดักชัน โดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 1โดย สูตรหมายเลข 11-20 ให้สีเหลือง น้ำตาล และเขียว สูตรหมายเลข 1-10 ให้สีแดง เขียว และดำ สีที่ได้เหมือนกัน และต่างกันตามปริมาณของออกไซด์ สูตรที่ให้สีเหมือนกัน ในบรรยากาศตรงข้ามกัน ได้แก่ สูตรหมายเลข 19 ในบรรยากาศออกซิเดชันให้สีเพิร์น กรีน เช่นเดียวกับสูตรหมายเลข 3-4 ในบรรยากาศรีดักชัน

ตาราง 12 แสดงผลการวิเคราะห์สีของเหล็กออกไซด์ ในการเผาแบบออกซิเดชัน กับสีของทองแดงออกไซด์ ในการเผาแบบรีดักชันโดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ สูตรที่ 2

สูตร	สี	สูตร	สี
31	ไอวารี เพิร์ล	21	เจนเทิล โรส
32	วีดเกอร์	22	ดัสตี้ โรส (Dusty Rose)
33	สวีท ฮันนี	23	ม้วว์ (Mauve)
34	สวีท ฮันนี	24	ม้วว์
35	บราวน์	25	ออทัมน์
36	ดาร์ก บราวน์	26	โคโลเนียล พิวเตอร์
37	ดาร์ก บราวน์	27	โคโลเนียล พิวเตอร์
38	ดาร์ก บราวน์	28	โคโลเนียล พิวเตอร์
39	ดาร์ก บราวน์	29	โคโลเนียล พิวเตอร์
40	ดาร์ก บราวน์	30	โคโลเนียล พิวเตอร์

จากตาราง 12 แสดงให้เห็นว่าหลังการเผาเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชัน กับเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์ในบรรยากาศการเผาแบบรีดักชัน โดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 2 ให้สีที่แตกต่างกันโดยสูตรหมายเลข 31-40 ให้สีเหลืองถึงน้ำตาล สูตรหมายเลข 21-30 ให้สีแดง เขียว และดำ โดยมีชื่อเรียกแตกต่างกัน

ตาราง 13 แสดงผลการวิเคราะห์สีของเหล็กออกไซด์ ในการเผาแบบออกซิเดชัน กับสีของทองแดงออกไซด์ ในการเผาแบบรีดักชันโดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ สูตรที่ 3

สูตร	สี	สูตร	สี
51	ไอวารี เพิร์ล	41	ทีโรส พิงค์ (Tearose Pink)
52	วีคเกอร์	42	จิงเกอร์เบรด (Gingerbread)
53	สวีท ฮันนี	43	เมเปิลชูการ์ (Maple Sugar)
54	สวีท ฮันนี	44	ม้วว์
55	บราวน์	45	เบิร์น ชูการ์
56	บราวน์	46	เบิร์น ชูการ์
57	บราวน์	47	ฟอเรสท์ กรีน
58	บราวน์	48	ฟอเรสท์ กรีน
59	ดาร์ก บราวน์	49	โคโลเนียล พิวเตอร์
60	ดาร์ก บราวน์	50	โคโลเนียล พิวเตอร์

จากตาราง 13 แสดงให้เห็นว่าหลังการเผาเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชัน กับเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์ในบรรยากาศการเผาแบบรีดักชัน โดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 3 ให้สีที่แตกต่างกันโดยสูตรหมายเลข 51-60 ให้สีเหลืองถึงน้ำตาล สูตรหมายเลข 41-50 ให้สีแดง น้ำตาล และดำ โดยมีชื่อเรียกแตกต่างกัน

ตาราง 14 แสดงผลการวิเคราะห์สีของเหล็กออกไซด์ ในการเผาแบบออกซิเดชัน กับสีของทองแดงออกไซด์ ในการเผาแบบรีดักชันโดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ สูตรที่ 4

สูตร	สี	สูตร	สี
71	ไอวารี เพิร์ล	61	ทีโรส พิงค์
72	วีคเกอร์	62	เจนเทิล โรส
73	สวีท ซันนี	63	เทอรา คอปเปอร์ (Terra Copper)
74	สวีท ซันนี	64	แซดเดิล บราวน์ (Saddle Brown)
75	บราวน์	65	เอเวอร์กรีน
76	บราวน์	66	ฟอเรสท์ กรีน
77	บราวน์	67	ฟอเรสท์ กรีน
78	บราวน์	68	ฟอเรสท์ กรีน
79	บราวน์	69	ฟอเรสท์ กรีน
80	บราวน์	70	ฟอเรสท์ กรีน

จากตาราง 14 แสดงให้เห็นว่าหลังการเผาเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศแบบออกซิเดชัน กับเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์ในบรรยากาศการเผาแบบรีดักชันโดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 4 ให้สีแตกต่างกันโดยสูตรหมายเลข 71-80 ให้สีเหลืองถึงน้ำตาล สูตรหมายเลข 61-70 ให้สีแดง น้ำตาล และเขียว โดยมีชื่อเรียกแตกต่างกัน

ตาราง 15 แสดงผลการวิเคราะห์สีของเหล็กออกไซด์ ในการเผาแบบออกซิเดชัน กับสีของทองแดงออกไซด์ ในการเผาแบบรีดักชันโดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ สูตรที่ 5

สูตร	สี	สูตร	สี
91	ไอวารี เพิร์ล	81	เจนเทิล โรส
92	วีดเกอร์	82	เทอรา คอปเปอร์
93	สวีท ฮันนี	83	เทอรา คอปเปอร์
94	สวีท ฮันนี	84	โฟลิเอจ กรีน
95	บราวน์	85	โฟลิเอจ กรีน
96	บราวน์	86	โฟลิเอจ กรีน
97	ดาร์ก บราวน์	87	โฟลิเอจ กรีน
98	ดาร์ก บราวน์	88	โฟลิเอจ กรีน
99	ดาร์ก บราวน์	89	โฟลิเอจ กรีน
100	ดาร์ก บราวน์	90	โคโลเนียล พิวเตอร์

จากตาราง 15 แสดงให้เห็นว่าหลังการเผาเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศแบบออกซิเดชันกับเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์ในบรรยากาศการเผาแบบรีดักชันโดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 5 ให้สีแตกต่างกันโดยสูตรหมายเลข 91 - 100 ให้สีเหลืองถึงน้ำตาล สูตรหมายเลข 91-90 ให้สีแดงน้ำตาล เขียว และดำ โดยมีชื่อเรียกแตกต่างกัน

ตาราง 16 แสดงผลการวิเคราะห์สีของเหล็กออกไซด์ ในการเผาแบบออกซิเดชั่น กับสีของทองแดงออกไซด์ ในการเผาแบบรีดักชั่นโดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ สูตรที่ 6

สูตร	สี	สูตร	สี
111	ไอวารี เพิร์ล	101	เทอรา คอปเปอร์
112	วีคเกอร์	102	เทอรา คอปเปอร์
113	สวีท ฮันนี	103	เทอรา คอปเปอร์
114	สวีท ฮันนี	104	โฟลิเอจ กรีน
115	ดาร์ก บราวน์	105	โฟลิเอจ กรีน
116	ดาร์ก บราวน์	106	โฟลิเอจ กรีน
117	ดาร์ก บราวน์	107	โฟลิเอจ กรีน
118	ดาร์ก บราวน์	108	โฟลิเอจ กรีน
119	ดาร์ก บราวน์	109	โฟลิเอจ กรีน
120	ดาร์ก บราวน์	110	โคโลเนียล พิวเตอร์

จากตาราง 16 แสดงให้เห็นว่าหลังการเผาเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศแบบออกซิเดชันกับเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์ในบรรยากาศการเผาแบบรีดักชันโดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 6 ให้สีแตกต่างกันโดยสูตรหมายเลข 111-120 ให้สีเหลืองถึงน้ำตาล สูตรหมายเลข 101-110ให้สีแดงน้ำตาล เขียว และดำ โดยมีชื่อเรียกแตกต่างกัน

ตาราง 17 แสดงผลการวิเคราะห์ สีของเคลือบที่เกิดขึ้นหลังการเผาทองแดงออกไซด์ และเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศแบบออกซิเดชันโดยการใช้เคลือบเฟลด์สปาร์สูตร 1-6

สูตร	1	สูตร	2	สูตร	3	สูตร	4	สูตร	5	สูตร	6
1	บลูไอวารี	21	ชีโฟม	41	ชีโฟม	61	ชีโฟม	81	ชีโฟม	101	ชีโฟม
2	เอเวอร์กรีน	22	เอเวอร์กรีน	42	เอเวอร์กรีน	62	เซอเลอรี	82	เซอเลอรี	102	เซอเลอรี
3	โคโลเนียลพิวเตอร์	23	เอเวอร์กรีน	43	เอเวอร์กรีน	63	เซอเลอรี	83	เซอเลอรี	103	คริสตมาสทรีกรีน
4	โคโลเนียลพิวเตอร์	24	โคโลเนียลพิวเตอร์	44	โคโลเนียลพิวเตอร์	64	เอเวอร์กรีน	84	โฟลิเอจกรีน	104	โคโลเนียลพิวเตอร์
5	โคโลเนียลพิวเตอร์	25	โคโลเนียลพิวเตอร์	45	โคโลเนียลพิวเตอร์	65	เอเวอร์กรีน	85	โฟลิเอจกรีน	105	โคโลเนียลพิวเตอร์
6	โคโลเนียลพิวเตอร์	26	โคโลเนียลพิวเตอร์	46	โคโลเนียลพิวเตอร์	66	ฟอเรสท์กรีน	86	โฟลิเอจกรีน	106	โคโลเนียลพิวเตอร์
7	โคโลเนียลพิวเตอร์	27	โคโลเนียลพิวเตอร์	47	โคโลเนียลพิวเตอร์	67	ฟอเรสท์กรีน	87	โฟลิเอจกรีน	107	โคโลเนียลพิวเตอร์
8	โคโลเนียลพิวเตอร์	28	โคโลเนียลพิวเตอร์	48	โคโลเนียลพิวเตอร์	68	โคโลเนียลพิวเตอร์	88	โฟลิเอจกรีน	108	โคโลเนียลพิวเตอร์
9	โคโลเนียลพิวเตอร์	29	โคโลเนียลพิวเตอร์	49	โคโลเนียลพิวเตอร์	69	โคโลเนียลพิวเตอร์	89	โฟลิเอจกรีน	109	โคโลเนียลพิวเตอร์
10	โคโลเนียลพิวเตอร์	30	โคโลเนียลพิวเตอร์	50	โคโลเนียลพิวเตอร์	70	โคโลเนียลพิวเตอร์	90	โคโลเนียลพิวเตอร์	110	โคโลเนียลพิวเตอร์
11	ไอวารีเพิร์ล	31	ไอวารีเพิร์ล	51	ไอวารีเพิร์ล	71	ไอวารีเพิร์ล	91	ไอวารีเพิร์ล	111	ไอวารีเพิร์ล
12	วีคเกอร์	32	วีคเกอร์	52	วีคเกอร์	72	วีคเกอร์	92	วีคเกอร์	112	วีคเกอร์
13	สวีทฮันนี	33	สวีทฮันนี	53	สวีทฮันนี	73	สวีทฮันนี	93	สวีทฮันนี	113	สวีทฮันนี
14	สวีทฮันนี	34	สวีทฮันนี	54	สวีทฮันนี	74	สวีทฮันนี	94	สวีทฮันนี	114	สวีทฮันนี
15	บราวน์	35	บราวน์	55	บราวน์	75	บราวน์	95	บราวน์	115	ดาร์กบราวน์
16	ดาร์กบราวน์	36	ดาร์กบราวน์	56	บราวน์	76	บราวน์	96	บราวน์	116	ดาร์กบราวน์
17	บราวน์	37	ดาร์กบราวน์	57	บราวน์	77	บราวน์	97	ดาร์กบราวน์	117	ดาร์กบราวน์
18	บราวน์	38	ดาร์กบราวน์	58	บราวน์	78	ดาร์กบราวน์	98	ดาร์กบราวน์	118	ดาร์กบราวน์
19	เฟิร์นกรีน	39	ดาร์กบราวน์	59	ดาร์กบราวน์	79	ดาร์กบราวน์	99	ดาร์กบราวน์	119	ดาร์กบราวน์
20	เอเวอร์เกลดกรีน	40	ดาร์กบราวน์	60	ดาร์กบราวน์	80	ดาร์กบราวน์	100	ดาร์กบราวน์	120	ดาร์กบราวน์

จากตาราง 17 สีของเคลือบที่เกิดขึ้นหลังการเผาทองแดงออกไซด์ และเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชันโดยการใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ 6 สูตร เมื่อนำไปเทียบกับตารางมาตรฐานสีสำเร็จรูปในเคลือบของบริษัทดันแคน เซรามิกส์เฟสโนได้ 14 สีได้แก่ บลู ไอวารี, วีคเกอร์, สวีท ฮันนี, เอเวอร์กรีน, เฟิร์นกรีน, เอเวอร์เกลดกรีน ,ชีโฟม, เซอเลอรี, ฟอเรสท์ กรีน ,โฟลิเอจกรีน, คริสต์มาสทรี กรีน , บราวน์ ดาร์ก บราวน์ , โคโลเนียล พิวเตอร์ โดยเคลือบที่เติมทองแดงออกไซด์ในปริมาณเท่ากัน ตั้งแต่ร้อยละ 1-19 ระหว่างเคลือบเฟลด์สปาร์ 6 สูตร ได้แก่สูตรหมายเลข 21,41,61,81,101 ให้สีชีโฟมเหมือนกัน ส่วนสูตรหมายเลข 1 ให้สีบลู ไอวารี สูตรหมายเลข 2,22,42 ให้สีเอเวอร์กรีนเหมือนกันส่วนสูตรหมายเลข 62,82,102 ให้สีเซอเลอรี สูตรหมายเลข 3 ให้สีโคโลเนียล พิวเตอร์ สูตรหมายเลข 23,43 ให้สีเซอเลอรี และสูตรหมายเลข 103 ให้สี คริสต์มาส ทรี กรีน สูตรหมายเลข 4,24,44 ให้สีโคโลเนียล พิวเตอร์ สูตรหมายเลข 64 ให้สีเอเวอร์กรีน ส่วนสูตรหมายเลข 84,104 ให้สีโฟลิเอจ กรีน สูตรหมายเลข 5,25,45,105 ให้สีโคโลเนียล พิวเตอร์ สูตรหมายเลข 65 ให้สี เอเวอร์กรีน ส่วนสูตรหมายเลข 85 ให้สีโฟลิเอจ กรีน สูตรหมายเลข 6,26,46,106 และ 7,27,47,107 ให้สีโคโลเนียล พิวเตอร์ สูตรหมายเลข 66,67 ให้สีฟอเรสท์ กรีน ส่วนสูตร หมายเลข 86,87 ให้สีโฟลิเอจกรีน สูตรหมายเลข 8,28,48,68,108 และ 9,29,49,69,109 ให้สีโคโลเนียล พิวเตอร์ และสูตรหมายเลข 88,89 ให้สีโฟลิเอจกรีน สูตรหมายเลข 10,30,50,70,90,110 ให้สีโคโลเนียล พิวเตอร์ เหมือนกันทุกสูตร

สำหรับสูตรเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ ในปริมาณเท่ากันตั้งแต่ร้อยละ 1-19 ระหว่างเคลือบเฟลด์สปาร์ 6 สูตร ได้แก่ สูตรหมายเลข 11,31,51,71,91,111 ให้สีไอวารี เพิร์ล สูตรหมายเลข 12,32,52,72, 92,112 ให้สีวีดเกอร์เหมือนกันทุกสูตร สูตรหมายเลข 13,33,53,73,93,113 และ 14,34,54,74,94,114 ให้สีสวีทฮันนี่ เหมือนกันทุกสูตร สูตรหมายเลข 15,35,55 25,95 ให้สีบราวน์ ส่วนสูตรหมายเลข 115 ให้สีดาร์กบราวน์ สูตรหมายเลข 16,36,116 ให้สีดาร์ก บราวน์ ส่วนสูตรหมายเลข 56,76,96 ให้สีบราวน์ สูตรหมายเลข 17,57,77 ให้สีบราวน์ ส่วนสูตรหมายเลข 37,97,117 ให้สีดาร์กบราวน์ สูตรหมายเลข 18,58 ให้สีบราวน์ สูตรหมายเลข 38,78,98, 118 ให้สีดาร์กบราวน์ สูตรหมายเลข 19 ให้สีเฟิร์นกรีน ส่วนสูตรหมายเลข 39, 59,79,99,119 ให้สีดาร์กบราวน์ สูตรหมายเลข 20 ให้สีเอเวอร์เกลดกรีน ส่วนสูตรหมายเลข 40,60,80,100,120 ให้สีดาร์กบราวน์

ตาราง 18 แสดงผลการวิเคราะห์ สีของเคลือบที่เกิดขึ้นหลังการเผาทองแดงออกไซด์ และเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศแบบรีดักชันโดยการใช้เคลือบเฟลด์สปาร์สูตร 1-6

สูตร	1	สูตร	2	สูตร	3	สูตร	4	สูตร	5	สูตร	6
1	เจนเทิลโรส	21	เจนเทิลโรส	41	ทีโรสพิงค์	61	ทีโรสพิงค์	81	เจนเทิลโรส	101	เทอราคอปเปอร์
2	โคโคบราวน์	22	ดัสตี้โรส	42	จิงเกอร์เบรด	62	เจนเทิลโรส	82	เทอราคอปเปอร์	102	เทอราคอปเปอร์
3	เฟิร์นกรีน	23	มัวร์	43	เมเปิลชูการ์	63	เทอราคอปเปอร์	83	เทอราคอปเปอร์	103	เทอราคอปเปอร์
4	เฟิร์นกรีน	24	มัวร์	44	มัวร์	64	แชดเดิลบราวน์	84	โฟลิเอจกรีน	104	โฟลิเอจกรีน
5	ออทัมน์	25	มัวร์	45	เบิร์นชูการ์	65	เอเวอร์กรีน	85	โฟลิเอจกรีน	105	ฟอเรสท์กรีน
6	โคโลเนียลพิวเตอร์	26	ออทัมน์	46	เบิร์นชูการ์	66	ฟอเรสท์กรีน	86	โฟลิเอจกรีน	106	ฟอเรสท์กรีน
7	โคโลเนียลพิวเตอร์	27	โคโลเนียลพิวเตอร์	47	ฟอเรสท์กรีน	67	ฟอเรสท์กรีน	87	โฟลิเอจกรีน	107	ฟอเรสท์กรีน
8	โคโลเนียลพิวเตอร์	28	โคโลเนียลพิวเตอร์	48	ฟอเรสท์กรีน	68	ฟอเรสท์กรีน	88	โฟลิเอจกรีน	108	ฟอเรสท์กรีน
9	โคโลเนียลพิวเตอร์	29	โคโลเนียลพิวเตอร์	49	โคโลเนียลพิวเตอร์	69	ฟอเรสท์กรีน	89	โฟลิเอจกรีน	109	ฟอเรสท์กรีน
10	โคโลเนียลพิวเตอร์	30	โคโลเนียลพิวเตอร์	50	โคโลเนียลพิวเตอร์	70	ฟอเรสท์กรีน	90	โคโลเนียลพิวเตอร์	110	โคโลเนียลพิวเตอร์
11	เบบี้บลู	31	มินท์บลู	51	มินท์บลู	71	มินท์บลู	91	มินท์บลู	111	เบบี้บลู
12	โฟลิเอจกรีน	32	คริสตมาสทรีกรีน	52	โฟลิเอจกรีน	72	วีคเกอร์	92	โฟลิเอจกรีน	112	คริสตมาสทรีกรีน
13	อโวคาโด	33	อโวคาโด	53	อโวคาโด	73	อโวคาโด	93	เฟิร์นกรีน	113	เฟิร์นกรีน
14	สวีทฮันนี	34	สวีทฮันนี	54	บราวน์	74	สวีทฮันนี	94	สวีทฮันนี	114	บราวน์
15	บราวน์	35	ดาร์กบราวน์	55	บราวน์	75	บราวน์	95	บราวน์	115	เบิร์นชูการ์
16	ดาร์กบราวน์	36	ดาร์กบราวน์	56	เบิร์นชูการ์	76	เบิร์นชูการ์	96	บัตเตอร์สก๊อตช์	116	ดาร์กบราวน์
17	ดาร์กบราวน์	37	ดาร์กบราวน์	57	บัตเตอร์สก๊อตช์	77	ดาร์กบราวน์	97	บัตเตอร์สก๊อตช์	117	บัตเตอร์สก๊อตช์
18	ดาร์กบราวน์	38	ดาร์กบราวน์	58	บัตเตอร์สก๊อตช์	78	บัตเตอร์สก๊อตช์	98	บัตเตอร์สก๊อตช์	118	บัตเตอร์สก๊อตช์
19	บัตเตอร์สก๊อตช์	39	บัตเตอร์สก๊อตช์	59	บัตเตอร์สก๊อตช์	79	บัตเตอร์สก๊อตช์	99	บัตเตอร์สก๊อตช์	119	บัตเตอร์สก๊อตช์
20	บัตเตอร์สก๊อตช์	40	บัตเตอร์สก๊อตช์	60	บัตเตอร์สก๊อตช์	80	บัตเตอร์สก๊อตช์	100	บัตเตอร์สก๊อตช์	120	บัตเตอร์สก๊อตช์

จากตาราง 18 สีของเคลือบที่เกิดขึ้น หลังการเผาทองแดงออกไซด์และเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศการเผาแบบรีดักชัน โดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ 6 สูตร เมื่อนำไปเทียบกับตารางมาตรฐานสีสำเร็จรูปในเคลือบของบริษัทดันแคน เซรามิกส์ เฟสโนได้ 24 สี ได้แก่ เจนเทิล โรส, ดัสตี้ โรส, ทีโรสพิงค์, เทอรา คอปเปอร์, จิงเกอร์ เบรด, เมเปิล ชูการ์, มัวส์, ออทมน์, แชดเดิลบราวน์, โคโคบราวน์, เบิร์น ชูการ์, สวีทฮันนี่, บราวน์, ดาร์กบราวน์, บัตเตอร์สก๊อตช์, เบบี้บลู, อโวคาโด, โฟลิเอจ กรีน, มินท์บลู, วีดเกอร์, เฟิร์น กรีน, ฟอเรสท์ กรีน, คริสต์มาส ทรี กรีน,โคโลเนียล พิวเตอร์ โดยเคลือบที่เติมทองแดงออกไซด์ ในปริมาณที่เท่ากันตั้งแต่ร้อยละ1-19 ระหว่างเคลือบเฟลด์สปาร์ 6 สูตร ได้แก่ สูตรหมายเลข 1,21,41,61ให้สีทีโรสพิงค์ ส่วนสูตรหมายเลข 101 ให้สีเทอรา คอปเปอร์ สูตรหมายเลข 2 ให้สีโคโคบราวน์ สูตรหมายเลข 22 ให้สีดัสตี้ โรส สูตรหมายเลข 42 ให้สีจิงเกอร์ เบรด สูตรหมายเลข 62 ให้สีเจนเทิล โรส ส่วนสูตรหมายเลข 82,102 ให้สีเทอรา คอปเปอร์ สูตรหมายเลข 3 ให้สีเฟิร์น กรีน สูตรหมายเลข 23 ให้สีม้วร์ สูตรหมายเลข 43 ให้สีเมเปิล ชูการ์ ส่วน สูตรหมายเลข 63,83,103 ให้สีเทอรา คอปเปอร์ สูตรหมายเลข 4 ให้สีเฟิร์น กรีน สูตรหมายเลข 24,44 ให้สีม้วร์ สูตรหมายเลข 64 ให้สีแชดเดิล บราวน์ สูตรหมายเลข 84,104 ให้สีโฟลิเอจ กรีน สูตรหมายเลข 5 ให้สีออทมน์ สูตร หมายเลข 25 ให้สีม้วร์ สูตรหมายเลข 45 ให้สีเบิร์น ชูการ์ สูตรหมายเลข 65 ให้สีเอเวอร์ กรีน สูตรหมายเลข 85 ให้สีโฟลิเอจ กรีน ส่วนสูตรหมายเลข 105 ให้สีฟอเรสท์ กรีน สูตรหมายเลข 6 ให้สีโคโลเนียล พิวเตอร์สูตร

หมายเลข 26ให้สีออท้มน์ สูตรหมายเลข 46 ให้สีเบิร์น ซูการ์ สูตรหมายเลข 66, 106 ให้สีฟอเรสท์ กรีน ส่วนสูตรหมายเลข 86 ให้สีโฟลิเอจ กรีน สูตรหมายเลข 7,27 และ 8,28 ให้สีโคโลเนียล พิวเตอร์ สูตรหมายเลข 47,67, 107 และ 48,68,108 ให้สีฟอเรสท์ กรีน ส่วนสูตรหมายเลข 87 และ 88 ให้สีโฟลิเอจ กรีน สูตรหมายเลข 9,29,49 ให้สีโคโลเนียล พิวเตอร์ สูตรหมายเลข 69,109 ให้สีฟอเรสท์กรีน ส่วนสูตรหมายเลข 89 ให้สีโฟลิเอจ กรีน สูตรหมายเลข 100,30,50,90,110ให้สีโคโลเนียล พิวเตอร์ ส่วนสูตรหมายเลข 70 ให้สีฟอเรสท์ กรีน

สำหรับสูตรเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ ในปริมาณเท่ากันตั้งแต่ร้อยละ 1-19 ระหว่างเคลือบเฟลด์สปาร์ 6 สูตร ได้แก่ สูตรหมายเลข 11,111 ให้สีเบบี้บลู ส่วนสูตรหมายเลข 31,51,71,91 ให้สีมินท์ บลู สูตรหมายเลข 12,52,92 ให้สีโฟลิเอจ กรีน สูตรหมายเลข 32,112 ให้สีคริสตมาสทรี กรีน ส่วนสูตรหมายเลข 72 ให้สีวีดเกอร์ สูตรหมายเลจ 13,33,53,73 ให้สีอโวคาโด ส่วนสูตรหมายเลข 93,113 ให้สีเพิร์น กรีน สูตรหมายเลข 14, 34,74,94 ให้สีสวิทช์นนี ส่วนสูตรหมายเลข 54,114 ให้สีบราวน์ สูตรหมายเลข 15,55,75,95 ให้สีบราวน์ สูตรหมายเลข 35 ให้สีดาร์กบราวน์ ส่วนสูตรหมายเลข 115 ให้สีเบิร์น บราวน์ สูตรหมายเลข 16,36,116 ให้สีดาร์กบราวน์ สูตรหมายเลข 56,76 ให้สีเบิร์น ซูการ์ ส่วนสูตรหมายเลข 57,97,117 ให้สีบัตเตอร์สก๊อตช์ สูตรหมายเลข 18,38 ให้สีดาร์ก บราวน์ ส่วนสูตร 58, 78,98,118 ให้สีบัตเตอร์สก๊อตช์ สูตรหมายเลข 19,39,59,79,99,119 และ

สูตรหมายเลข 20,40,60,80,100,120 ให้สีบัตเตอร์สก๊อตซ์

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์ลักษณะความมันของเคลือบ จากการเผาเคลือบที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์ในเคลือบเฟลด์สปาร์ และเคลือบที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ในเคลือบเฟลด์สปาร์ 6 สูตร ในบรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชันและรีดักชัน โดยใช้เกณฑ์การประเมินค่าดังนี้

2.1 หมายเลข 1 หมายถึง เคลือบไม่หลอมละลาย

2.2 หมายเลข 2 หมายถึง เคลือบด้าน

2.3 หมายเลข 3 หมายถึง เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน

2.4 หมายเลข 4 หมายถึง เคลือบมันแววววาว

ปรากฏผลการวิเคราะห์โดยการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ดังตาราง 19

ตาราง 19 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะความมันของเคลือบที่เกิดขึ้นหลังการเผาทองแดงออกไซด์และเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศแบบออกซิเดชันโดยการใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ สูตร 1-6

สูตร	1				สูตร	2				สูตร	3				สูตร	4				สูตร	5				สูตร	6			
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4
1				/	21			/		41				/	61				/	81				/	101				/
2				/	22				/	42				/	62				/	82				/	102				/
3			/		23				/	43				/	63				/	83				/	103				/
4			/		24			/		44			/		64				/	84				/	104				/
5			/		25			/		45		/			65			/		85				/	105				/
6		/			26		/			46		/			66			/		86			/		106				/
7		/			27		/			47		/			67			/		87			/		107			/	
8		/			28		/			48			/		68			/		88			/		108			/	
9		/			29		/			49		/			69			/		89		/			109			/	
10		/			30		/			50		/			70			/		90		/			110			/	
11			/		31		/			51				/	71				/	91				/	111				/
12				/	32				/	52				/	72				/	92				/	112				/
13				/	33				/	53				/	73				/	93				/	113				/
14				/	34				/	54				/	74				/	94				/	114				/
15				/	35				/	55				/	75				/	95				/	115				/
16				/	36				/	56				/	76				/	96				/	116				/
17				/	37				/	57				/	77				/	97				/	117				/
18				/	38				/	58				/	78				/	98				/	118				/
19				/	39				/	59				/	79				/	99				/	119				/
20			/		40				/	60				/	80				/	100				/	120				/

จากตาราง 19 ลักษณะความมันของเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์และเหล็กออกไซด์โดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 1-6 เผาในบรรยากาศออกซิเดชันเคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่สปาร์สูตรที่ 1 เคลือบที่มีลักษณะด้านได้แก่ สูตรหมายเลข 6-10 เคลือบกึ่งมันกึ่งด้าน ได้แก่หมายเลข 3-5,11-20 เคลือบมันแววววาว ได้แก่ สูตรหมายเลข 26-31 ,12-19 เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 2 เคลือบที่มีลักษณะด้านได้แก่ สูตรหมายเลข 26-31เคลือบกึ่งมันกึ่งด้านได้แก่ สูตรหมายเลข 21,24-25 เคลือบมันแววววาว ได้แก่ สูตรหมายเลข 22-23, 32-40 เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 3 เคลือบที่มีลักษณะด้านได้แก่ สูตรหมายเลข 45-47,49-50 เคลือบกึ่งมันกึ่งด้านได้แก่ สูตรหมายเลข 44,48 เคลือบแววววาวได้แก่สูตรหมายเลข 41-43,51-60 เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 4 เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้านได้แก่สูตรหมายเลข 65-70 เคลือบมันแววววาวได้แก่สูตรหมายเลข 61-64,71-80 เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 5 เคลือบมีลักษณะด้านได้แก่ สูตรหมายเลข 89-90 เคลือบกึ่งมันกึ่งด้านได้แก่ สูตรหมายเลข 86-88 เคลือบมันแววววาวได้แก่ สูตรหมายเลข 81-85,91-100 เคลือบเฟลด์สปาร์ที่ 6 เคลือบมีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน ได้แก่สูตรหมายเลข 107-110 เคลือบมันแววววาวได้แก่ สูตรหมายเลข 101-106,111-120

ตาราง 20 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะความมันของเคลือบที่เกิดขึ้นหลังการเผาทองแดงออกไซด์และเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศรีดักชันโดยการใช้เคลือบเฟลด์สปาร์สูตร 1-6

สูตร	1				สูตร	2				สูตร	3				สูตร	4				สูตร	5				สูตร	6			
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4
1				/	21				/	41				/	61				/	81				/	101				/
2				/	22				/	42				/	62				/	82				/	102				/
3				/	23				/	43				/	63				/	83				/	103				/
4				/	24				/	44				/	64				/	84				/	104				/
5				/	25				/	45				/	65				/	85				/	105			/	
6			/		26				/	46				/	66			/		86			/		106			/	
7			/		27		/			47			/		67			/		87			/		107			/	
8			/		28		/			48			/		68			/		88			/		108		/		
9			/		29		/			49		/			69			/		89		/			109		/		
10			/		30		/			50		/			70			/		90		/			110		/		
11				/	31				/	51				/	71				/	91				/	111				/
12				/	32				/	52				/	72				/	92				/	112				/
13				/	33				/	53				/	73				/	93				/	113				/
14				/	34				/	54				/	74				/	94				/	114				/
15				/	35				/	55				/	75				/	95				/	115				/
16				/	36				/	56				/	76				/	96				/	116				/
17				/	37				/	57				/	77				/	97				/	117				/
18				/	38				/	58				/	78				/	98				/	118				/
19				/	39				/	59				/	79				/	99				/	119				/
20			/		40				/	60				/	80				/	100			/		120				/

จากตาราง 20 ลักษณะความมันของเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์ และเหล็กออกไซด์โดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 1-6 เผาในบรรยากาศรีดักชัน เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 1 เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้านได้แก่ สูตรหมายเลข 6-10,20 เคลือบมันแวววาวได้แก่สูตรหมายเลข 1-5,11-19 เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 2 เคลือบที่มีลักษณะด้านได้แก่ สูตรหมายเลข 27-30 เคลือบมันแวววาวได้แก่ สูตรหมายเลข 21-26,31-40 เคลือบเฟสด์สปาร์สูตรที่ 3 เคลือบที่มีลักษณะด้านได้แก่สูตรหมายเลข 49-50 เคลือบกึ่งมันกึ่งด้านได้แก่สูตรหมายเลข 47-48 เคลือบมันแวววาว ได้แก่สูตรหมายเลข 41-46,51-60 เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 4 เคลือบที่มีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้านได้แก่ สูตรหมายเลข 66-70, เคลือบมันแวววาว ได้แก่ สูตรหมายเลข 61-65,71-80 เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 5 เคลือบที่มีลักษณะด้านได้แก่สูตรหมายเลข 89-90 เคลือบกึ่งมันกึ่งด้านได้แก่ สูตรหมายเลข 86-88,100 เคลือบมันแวววาวได้แก่ สูตรหมายเลข 81-85, 91-99 เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 6 เคลือบที่มีลักษณะด้านได้แก่สูตรหมายเลข 108-110 เคลือบกึ่งมันกึ่งด้านได้แก่สูตรหมายเลข 105-107 เคลือบมันแวววาวได้แก่สูตรหมายเลข 101-104,111-120

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ลักษณะความสมบูรณ์ของเคลือบ จากการเผาเคลือบที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์ในเคลือบเฟสด์สปาร์ และเคลือบที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ในเคลือบเฟลด์สปาร์ จำนวน 6 สูตร ในบรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชันและรีดักชัน โดยใช้เกณฑ์การประเมินค่าดังนี้

3.1 หมายเลข 1 หมายถึง เคลือบเป็นรูเข็ม

3.2 หมายเลข 2 หมายถึง เคลือบราน

3.3 หมายเลข 3 หมายถึง เคลือบพอง

3.4 หมายเลข 4 หมายถึง ไม่มีตำหนิ

ปรากฏผลการวิเคราะห์โดยการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ดังตาราง 21

ตาราง 21 แสดงผลวิเคราะห์ลักษณะความสมบูรณ์ของเคลือบที่เกิดขึ้นหลังการเผาทองแดงออกไซด์และเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศแบบออกซิเดชันโดยการใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ สูตร 1-6

สูตร	1				สูตร	2				สูตร	3				สูตร	4				สูตร	5				สูตร	6			
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4
1				/	21				/	41		/			61				/	81		/			101				/
2				/	22		/			42		/			62		/			82		/			102				/
3			/		23		/			43		/			63				/	83				/	103				/
4			/		24				/	44			/		64				/	84				/	104				/
5			/		25	/				45			/		65				/	85				/	105				/
6			/		26	/				46			/		66				/	86				/	106				/
7			/		27	/				47			/		67				/	87				/	107				/
8				/	28				/	48				/	68				/	88				/	108				/
9				/	29			/		49				/	69				/	89				/	109				/
10				/	30				/	50				/	70				/	90				/	110				/
11				/	31				/	51		/			71		/			91		/			111				/
12		/			32		/			52		/			72				/	92				/	112				/
13		/			33		/			53				/	73				/	93				/	113				/
14				/	34		/			54				/	74				/	94				/	114				/
15				/	35		/			55				/	75				/	95				/	115				/
16				/	36				/	56				/	76				/	96				/	116				/
17				/	37				/	57				/	77				/	97				/	117				/
18				/	38				/	58				/	78				/	98				/	118				/
19				/	39				/	59				/	79				/	99				/	119				/
20				/	40	/				60				/	80				/	100				/	120				/

จากตาราง 21 ลักษณะความสมบูรณ์ของเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์ และเหล็กออกไซด์โดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 1-6 เผาในบรรยากาศออกซิเดชัน และเหล็กออกไซด์เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 1 เคลือบที่มีลักษณะเป็นรูเข็มได้แก่สูตรหมายเลข 7 เคลือบรานได้แก่หมายเลขสูตร 12-13 เคลือบพองได้แก่ สูตรหมายเลข 3-7 เคลือบไม่มีตำหนิได้แก่ สูตรหมายเลข 1-2,8-11,14-20 เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 2 เคลือบมีลักษณะเป็นรูเข็มได้แก่สูตรหมายเลข 25-27, 40 เคลือบเป็นรูเข็มได้แก่สูตรหมายเลข 22-23,32-35 เคลือบพองได้แก่สูตรหมายเลข 29 เคลือบไม่มีตำหนิได้แก่สูตรหมาย 21,24,28, 30-31,36-39 เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 3 เคลือบมีลักษณะรานได้แก่สูตรหมายเลข 41-43,51-52 เคลือบพองได้แก่สูตรหมายเลข 44-47 เคลือบไม่มีตำหนิได้แก่สูตรหมายเลข 48-50,53-60 เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 4 เคลือบที่มีลักษณะรานได้แก่สูตรหมายเลข 62,71 เคลือบไม่มีตำหนิได้แก่สูตรหมายเลข 61,63-70,72-80 เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 5 เคลือบที่มีลักษณะรานได้แก่สูตรหมายเลข 81-82,91 เคลือบไม่มีตำหนิได้แก่สูตรหมายเลข 83-90,92-100 เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 6 เคลือบไม่มีตำหนิได้แก่ สูตรหมายเลข 101-120

ตาราง 22 แสดงผลวิเคราะห์ลักษณะความสมบูรณ์ของเคลือบที่เกิดขึ้นหลังการเผาทองแดงออกไซด์และเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศแบบรีดักชันโดยการใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ สูตร 1-6

สูตร	1				สูตร	2				สูตร	3				สูตร	4				สูตร	5				สูตร	6			
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4
1		/			21		/			41		/			61		/			81		/			101		/		
2		/			22		/			42		/			62		/			82		/			102		/		
3		/			23		/			43		/			63		/			83		/			103		/		
4		/			24		/			44		/			64		/			84				/	104		/		
5		/			25		/			45		/			65		/			85				/	105		/		
6			/		26		/			46		/			66		/			86				/	106		/		
7			/		27				/	47		/			67				/	87				/	107		/		
8			/		28			/		48				/	68				/	88				/	108				/
9			/		29			/		49				/	69				/	89				/	109				/
10			/		30			/		50				/	70				/	90				/	110				/
11		/			31		/			51		/			71		/			91		/			111		/		
12		/			32		/			52		/			72		/			92		/			112		/		
13		/			33		/			53		/			73		/			93		/			113		/		
14		/			34		/			54		/			74		/			94				/	114		/		
15		/			35		/			55		/			75		/			95				/	115				/
16				/	36		/			56		/			76				/	96				/	116				/
17				/	37				/	57				/	77				/	97				/	117				/
18				/	38				/	58				/	78				/	98				/	118				/
19				/	39				/	59				/	79				/	99				/	119				/
20				/	40				/	60				/	80				/	100				/	120				/

จากตาราง 22 ลักษณะความสมบูรณ์ของเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์และเหล็กออกไซด์โดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 1-6 เผาในบรรยากาศรีดักชันเคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 1 เคลือบที่มีลักษณะรานได้แก่สูตรหมายเลข 1-5,11-15 เคลือบพองได้แก่สูตรหมายเลข 6-10 เคลือบไม่มีตำหนิได้แก่สูตรหมายเลข 16-20 เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 2 เคลือบที่มีลักษณะรานได้แก่สูตรหมายเลข 21-26,31-36 เคลือบพองได้แก่สูตรหมายเลข 28-30 เคลือบไม่มีตำหนิได้แก่สูตรหมายเลข 27,37-40 เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 3 เคลือบที่มีลักษณะรานได้แก่สูตรหมายเลข 41-47, 51-56 เคลือบไม่มีตำหนิได้แก่สูตรหมายเลข 48-50,57-60 เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 4 เคลือบที่มีลักษณะรานได้แก่สูตรหมายเลข 61-66,71-75 เคลือบไม่มีตำหนิได้แก่สูตรหมายเลข 67-70, 76-80 เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 5 เคลือบที่มีลักษณะรานได้แก่ สูตรหมายเลข 81-83,91-93 เคลือบไม่มีตำหนิได้แก่สูตรหมายเลข 84-90,94-100 เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 6 เคลือบที่มีลักษณะรานได้แก่สูตรหมายเลข 101-107,111-114 เคลือบไม่มีตำหนิได้แก่สูตรหมายเลข 108-110,115-120

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการทดลองหาขอบเขตการใช้ทองแดงออกไซด์และเหล็กออกไซด์ในเคลือบเฟลด์สปาร์เพื่อนำมาเปรียบเทียบผลของสี ความมัน และสมบูรณ์ของเคลือบเพื่อสะดวกในการเลือกใช้ได้ตามความต้องการ

<u>ความมุ่งหมายของการวิจัย</u>

1. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบระหว่างสีของเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์ กับสีของเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียล ในบรรยากาศแบบออกซิเดชันและรีดักชัน

2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบระหว่างสี ความมัน และความสมบูรณ์ของเคลือบที่ใช้ทองแดงออกไซด์ ในเคลือบเฟลด์สปาร์ 6 สูตรหลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียลในบรรยากาศออกซิเดชัน และรีดักชัน

3. เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบระหว่างสีความมัน และความสมบูรณ์ของเคลือบที่ใช้เหล็กออกไซด์ในเคลือบเฟลด์สปาร์ 6 สูตร หลังการเผาที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส ในบรรยากาศออกซิเดชันและรีดักชัน

<u>ตัวแปรที่ศึกษา</u>

1. ตัวแปรต้นได้แก่

1.1 อัตราส่วนผสมของเคลือบพื้นฐาน 6 สูตร

1.2 ปริมาณของทองแดงออกไซด์ในเคลือบเฟลด์สปาร์

1.3 ปริมาณของเหล็กออกไซด์ในเคลือบเฟลด์สปาร์

1.4 บรรยากาศในการเผาเคลือบ

1.4.1 บรรยากาศแบบออกซิเดชัน

1.4.2 บรรยากาศแบบรีดักชัน

2.ตัวแปรตามได้แก่ ลักษณะของเคลือบ มีดังนี้คือ

2.1 สีของเคลือบ

2.2 ลักษณะความมันของเคลือบ

2.3 ลักษณะความสมบูรณ์ของเคลือบ

<u>วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง</u>

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลอง เป็นวัตถุดิบจากแหล่งการค้าทั่วไป ได้แก่ ทองแดงออกไซด์ เหล็กออกไซด์ โปแตสเฟลด์สปาร์ โดโลไมท์ แคลเซียมคาร์บอเนต แบเรียมคาร์บอเนต สังกะสีออกไซด์ ควอทซ์ และดินขาวระนอง

<u>อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง</u>

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วย เครื่องชั่งไฟฟ้า หม้อบดเล็ก ตะแกรงร่อนขนาด 100 เมช กระบอกตวง เตาแก๊สทางเดินลมร้อนลง เทอร์โมคอปเปิล ไพโรเมตริกโคน เบอร์ 8 ชิ้นทดลองจำนวน 480 ชิ้น

สีใต้เคลือบ และพู่กัน

การดำเนินการทดลอง

1.ชั่งอัตราส่วนผสมของเคลือบทั้งหมด 120 สูตร

2.บดอัตราส่วนผสมในหม้อบดเล็ก แล้วกรองด้วยตะแกรงร่อนขนาด 100 เมช .

3.นำชิ้นทดลองที่ผ่านการเผาดิบแล้วไปชุบเคลือบสูตรละ 4 ชิ้นทดลอง

4.นำชิ้นทดลองไปเผาเคลือบที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียสเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน จำนวน 240 ชิ้นทดลอง ในบรรยารีดักชันจำนวน 240 ชิ้นทดลอง

5.นำชิ้นทดลองทั้งหมด 480 ชิ้นทดลอง ไปวิเคราะห์ผล

การวิเคราะห์ผล

การวิเคราะห์ผลข้อมูลของการทดลองครั้งนี้ ทำการวิเคราะห์โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ซึ่งประกอบด้วย ผู้มีประสบการณ์ทางการสอนในสาขาวิชาเซรามิกส์ และผู้ที่ทำงานในสถานประกอบการอุตสาหกรรมเซรามิกส์ระดับหัวหน้างาน

สรุปผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลของเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสม ของ

ทองแดงออกไซด์ และเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีเหล็กออกไซด์โดยการเผาในบรรยากาศออกซิเดชัน และรีดักชัน โดยการเปรียบเทียบผลของเคลือบที่เกิดขึ้นดังนี้คือ

ตอนที่1 ผลการวิเคราะห์สีของเคลือบ

จากการเปรียบเทียบสีในเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์เผาในบรรยากาศออกซิเดชัน กับเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์เผาในบรรยากาศรีดักชัน โดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 1-6 มีสีเคลือบตรงกันคือ เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 5 ได้แก่ สูตรหมายเลข 84-89 ซึ่งมีปริมาณทองแดงออกไซด์ตั้งแต่ร้อยละ 7-17 ให้สีโฟลิเอจ กรีน เหมือนสูตรหมายเลข 92 ซึ่งมีปริมาณเหล็กออกไซด์ร้อยละ 3 และเคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 6 ได้แก่ สูตรหมายเลข 103 ซึ่งมีปริมาณทองแดงออกไซด์ ร้อยละ 5 ให้สีคริสต์มาสทรี กรีน เหมือนสูตรหมายเลข 112 ซึ่งมีปริมาณเหล็กออกไซด์ ร้อยละ 3 จากการเปรียบเทียบสี ในเคลือบเฟลด์สปาร์ ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์เผาในบรรยากาศออกซิเดชัน กับเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์เผาในบรรยากาศรีดักชัน โดยใช้เคลือบเฟลด์สปาร์ สูตรที่ 1-6 มีสีที่ตรงกัน คือ เคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 1 ได้แก่ สูตรหมายเลข 19 ซึ่งมีปริมาณเหล็กออกไซด์ ร้อยละ 17 ให้สีเฟิร์นกรีน เหมือนสูตรหมายเลข 3 และ 4 ซึ่งมีปริมาณทองแดงออกไซด์ ร้อยละ 5, 7 ตามลำดับ

จากการเปรียบเทียบสีของเคลือบเฟลด์สปาร์ สูตรที่ 1-6 ในปริมาณการเติมทองแดงออกไซด์และเหล็กออกไซด์ตามลำดับ โดยปริมาณเท่ากันตั้งแต่

ร้อยละ 1-19 เผาในบรรยากาศแบบออกซิเดชัน สูตรเคลือบเฟลด์สปาร์ให้สีเหมือนกัน ได้แก่ สูตรหมายเลข 10,30,50,70,90,110 ให้สีโคโลเนียล พิวเตอร์ สูตรหมายเลข 11,31,51,71,91,111 ให้สีไอวารี เพิร์ล สูตรหมายเลข 12,32,52,72,92,112 ให้สีวีดเกอร์ สูตรหมายเลข 13,33,53,73,93,113 ให้สีสวีท ฮันนี สูตรหมายเลข 14,34,54,74,94,114 สวีท ฮันนี

จากการเปรียบเทียบสีของเคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 1-6 ในปริมาณการเติมทองแดงออกไซด์และเหล็กออกไซด์ตามลำดับโดยปริมาณเท่ากันตั้งแต่ร้อยละ 1-19 เผาในบรรยากาศรีดักชันสูตรเคลือบเฟลด์สปาร์ให้สีเหมือนกันได้แก่ สูตรหมายเลข 19,39,59,79,99,119 ให้สีบัตเตอร์สก๊อตซ์ สูตรหมายเลข 20,40,60,80,100, 120 ให้สีบัตเตอร์สก๊อตซ์

<u>ตอนที่ 2</u> ผลการวิเคราะห์ลักษณะความมันของเคลือบ

จากการเปรียบเทียบเคลือบเฟลด์สปาร์ 6 สูตร ลักษณะความมันของเคลือบในปริมาณการเติมทองแดงออกไซด์ และเหล็กออกไซด์ตามลำดับโดยปริมาณเท่ากันตั้งแต่ร้อยละ 1-19 เผาในบรรยากาศออกซิเดชัน สูตรเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีลักษณะเคลือบมันแววววาวเหมือนกันได้แก่ สูตรหมายเลข 2,22,42,62,82,102 สูตรหมายเลข 12,32,52,72,92,112 สูตรหมายเลข 13,33,53,73,93,113 สูตรหมายเลข 14,34,54,74,94,114 สูตรหมายเลข 16,36,56,76,96,116 สูตรหมายเลข17,37,57,77,97,117 สูตรหมายเลข 18,38,58,78,98,118 สูตรหมายเลข 19,39,59,79,99,119 เผาในบรรยากาศรีดักชัน สูตรเคลือบเฟลด์

สปาร์ที่มีลักษณะเคลือบมันแววววาวเหมือนกันได้แก่ สูตรหมายเลข 1,21,41,61,81, 101 สูตรหมายเลข 2,22,42,62,82,102 สูตรหมายเลข 3,23,43,63,83, 103 สูตรหมายเลข 4,24,44,64,84,104 สูตรหมายเลข 11,31,51,71,91, 111 สูตรหมายเลข 12,32,52,72,92,112 สูตรหมายเลข 13,33,53,73,93, 113 สูตรหมายเลข 14,34,54,74,94,114 สูตรหมายเลข 15,35,55,75,95, 115 สูตรหมายเลข 16,36,56,76,96,116 สูตรหมายเลข 17,37,57,77,97, 117 สูตรหมายเลข 18,38,58,78,98,118 สูตรหมายเลข 19,39,59,79,99, 119

ตอนที่ 3 ผลการวิเคราะห์ลักษณะความสมบูรณ์ของเคลือบ

จากการเปรียบเทียบเคลือบเฟลด์สปาร์ 6 สูตร ลักษณะความสมบูรณ์ของเคลือบในปริมาณการเติมทองแดงออกไซด์ และเหล็กออกไซด์ตามลำดับโดยปริมาณเท่ากันตั้งแต่ร้อยละ 1-19 เผาในบรรยากาศออกซิเดชัน สูตรเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีลักษณะไม่มีตำหนิเหมือนกัน ได้แก่ สูตรหมายเลข 8,28,48,68,88,108 สูตรหมายเลข 10,30,50,70,90,110 สูตรหมายเลข 16,36,56,76,96,116 สูตรหมายเลข 17,37,57,77,97,117 สูตรหมายเลข 18,38,58,78,98,118 สูตรหมายเลข 19,39,59,79,99,119 เผาในบรรยากาศรีดักชัน สูตรเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีลักษณะเคลือบรานเหมือนกันได้แก่สูตรหมายเลข 1,21,41,61,81, 101 สูตรหมายเลข 2,22,42,62,82,102 สูตรหมายเลข 3,23,43,63,83, 103 สูตรหมายเลข 11,31,51,71,91,111 สูตรหมายเลข 12,32,52,72,92,

112 สูตรหมายเลข 13,33,53,73,93,113

<u>อภิปรายผล</u>

จากการเปรียบเทียบผลของเคลือบที่เกิดขึ้น หลังการเผาระหว่างเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์ กับเคลือบเฟลด์สปาร์ ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชัน และรีดักชันการอภิปรายผลการทดลองมีดังนี้

1. สีของเคลือบ จากการเปรียบเทียบสีเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์ในบรรยากาศออกซิเดชันกับเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศรีดักชันจะให้สีเป็น 3 กลุ่มสี คือ สีเขียว ได้แก่ เบบี้บลู มินท์บลู บลูไอวารีเอเวอร์กรีน คริสต์มาสกรีน โพลิเอจกรีน ซีโฟม ฟอเรสท์กรีน เพิร์นกรีน อโวคาโด เซอเลอรี กลุ่มสีน้ำตาล ได้แก่ วีคเกอร์ เบิร์นซูการ์ บัตเตอร์สก๊อตช์ สวีทฮันนี บราวน์ และดาร์กบราวน์ กลุ่มสีดำ ได้แก่ โคโลเนียล พิวเตอร์ ซึ่งตรงกับ ซิงเกอร์ (Singer. 1963 : 143 - 150) ที่ว่า ทองแดงออกไซด์ถ้าเผาในบรรยากาศออกซิเดชันจะให้สีเขียว ฟ้า ถึงน้ำตาลเข้ม และเหล็กออกไซด์ ถ้าเผาในบรรยากาศรีดักชันจะให้สีเขียว เขียวปนน้ำตาล เขียวปนเทา ฟ้าปนเขียวและจากการทดลองครั้งนี้พบว่า สีเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มี ทองแดงออกไซด์เผาแบบออกซิเดชันกับเหล็กออกไซด์เผาแบบรีดักชันให้สีเขียว น้ำตาลถึงดำ เช่นเดียวกันแต่ลักษณะสีแตกต่างกัน จะมีเพียงบางสูตรที่ให้สีเดียวกัน แต่ปริมาณการเติมทองแดงออกไซด์กับเหล็กออกไซด์แตกต่างกันด้วย

ส่วนจากการเปรียบเทียบผลของสีเคลือบเฟลด์สปาร์ ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศออกซิเดชัน กับเคลือบเฟลด์สปาร์ ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์ในบรรยากาศรีดักชันจะให้สีเป็น 4 กลุ่ม คือ สีเขียว ได้แก่ เฟิร์นกรีน เอเวอร์เกลดกรีน ฟอเรสท์กรีน เอเวอร์กรีน โฟลิเอจกรีน ออท้มท์ กลุ่มสีแดง ได้แก่ ทีโรสพิงค์ เจนเทิลโรส เทอราคอปเปอร์ ดัสตี้โรส ม้วว์ จิงเกอร์เบรด กลุ่มสีน้ำตาล ได้แก่ ไอวารีเพิร์ล วีคเกอร์ สวีทซันนี เมเปิลซูการ์ เบิร์นซูการ์ แซดเดิลบราวน์ บราวน์ และดาร์กบราวน์ กลุ่มสีดำ ได้แก่ โคโลเนียล พิวเตอร์ ซึ่งตรงกับ สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์ (2531 : 17) และซิงเกอร์ (Singer. 1963 : 148 - 150) ที่ว่า เหล็กออกไซด์หากเผา ในบรรยากาศออกซิเดชันจะให้สีน้ำตาลถึงแดง และทองแดงออกไซด์ถ้าเผา ในบรรยากาศรีดักชันจะให้สีน้ำตาลถึงแดงเช่นกัน แต่จากการทดลองสีเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีเหล็กออกไซด์ แบบออกซิเดชันให้สีน้ำตาลและทองแดงออกไซด์แบบรีดักชันให้สีเขียว แดง ถึงดำ จากการสังเกตเคลือบเฟลด์สปาร์ ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์เผาแบบรีดักชันให้สีเขียวซึ่งไม่แตกต่างจากการเผาเคลือบเฟลด์สปาร์ ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์เผาแบบออกซิเดชัน พบว่าตำแหน่งการวางชิ้นทดลองจะวางอยู่ในบริเวณกลางเตา ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ศุภกา ดอกไม้ (2535 : 118) ที่ว่า ผลของสีจากการเผาแบบรีดักชันไม่แตกต่างจากการเผาแบบออกซิเดชัน เป็นเพราะว่าบริเวณกลางเตาการรีดักชันอาจเข้าไปไม่ถึงจึงเป็นเหตุให้สีจากการเผาแบบรีดักชันเหมือนกับการเผาแบบออกซิเดชัน

จากการเปรียบเทียบเคลือบเฟลด์สปาร์ทั้ง 6 สูตร ที่มีส่วนผสมของทองแดง

ออกไซด์และเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชัน และรีดักชัน จากการเติมออกไซด์ในปริมาณที่เท่ากันสี ที่ได้แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ สุมาลี ลิขิตวนิชกุล (2527 : 7) พบว่า สัดส่วนของอลูมินาและซิลิกาที่เปลี่ยนไปทำให้สีของเคลือบแตกต่างกันด้วย

2. ความมันของเคลือบ จากการเปรียบเทียบลักษณะความมันของเคลือบเฟลด์สปาร์ทั้ง 6 สูตร ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์ และเหล็กออกไซด์ ในบรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชันและรีดักชัน จากการเติมออกไซด์ในปริมาณที่เท่ากัน เคลือบที่มีระดับความมันที่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของนิวัตร พัฒนะ (2534 : 152) ที่ได้ทำการทดลองศึกษาลักษณะของเคลือบเฟลด์สปาร์ในบรรยากาศแบบออกซิเดชันและรีดักชัน มีระดับความมันเกิดขึ้น 3 ลักษณะ คือ เคลือบด้าน เคลือบกึ่งมันกึ่งด้านและเคลือบมันแววววาว ซึ่งลักษณะความมันนี้จะมีความแตกต่างกันไปตามสัดส่วนของอลูมินาต่อซิลิกา

3.ความสมบูรณ์ของเคลือบ จากการเปรียบเทียบลักษณะความสมบูรณ์ของเคลือบเฟลด์สปาร์ทั้ง 6 สูตร ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์ และเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชัน และรีดักชัน จากการเติมออกไซด์ในปริมาณที่เท่ากันเคลือบมีคว่ามสมบูรณ์แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของนิวัตร พัฒนะ (2534 : 152) พบว่าการทดลองเผาเคลือบเฟลด์สปาร์ ในบรรยากาศแบบออกซิเดชันจะมีตำหนิที่ทำให้ลักษณะเคลือบขาดความสมบูรณ์แตกต่างกันไปตามสัดส่วนของอลูมินาต่อซิลิกาและจากการทดลองเคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 1 เคลือบมีลักษณะกึ่งมันกึ่งด้าน ด้าน และมีการพองตัวของเคลือบ ซึ่งอาจเป็นเพราะ

ว่าจากการคำนวณเคลือบเฟลด์สปาร์สูตรที่ 1 มีปริมาณของควอทซ์ซึ่งเป็นตัวทำให้เกิดแก้ว และความมันต่อเคลือบต่ำ อีกทั้งปริมาณของโปแตสเฟลด์สปาร์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวลดจุดหลอมละลาย มีปริมาณสูงจึงทำให้เคลือบไม่มีความทนไฟ และเคลือบสูญเสียความมันและผิวเกิดพุพองขึ้น

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการทดลองไปใช้

1.1 การนำผลการทดลองนี้ไปใช้ในการทำเคลือบที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส ทั้งในบรรยากาศแบบออกซิเดชันและรีดักชัน ควรมีการทดลองอัตราส่วนผสมอีกครั้งหนึ่งเพื่อความมั่นใจ เนื่องจากวัตถุดิบที่นำมาใช้แต่ละครั้งอาจมีความแตกต่างกัน ทำให้ผลไม่เป็นไปตามที่ต้องการ

1.2 การนำผลการทดลองนี้ไปใช้กับเนื้อดินปั้นชนิดอื่นควรมีการทดลองอีกครั้งเช่นกัน เนื่องจากเคลือบของผู้วิจัยอาจไม่เหมาะสมกับเนื้อดินปั้นของผู้ใช้ ซึ่งจะทำให้ผลไม่เป็นไปตามที่ต้องการ

2. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรทดลองเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของ อลูมินาและซิลิกาเพื่อให้ได้สูตรเคลือบเฟลด์สปาร์หลายสูตร

2.2 ควรศึกษาการใช้ออกไซด์กับเคลือบชนิดอื่น ๆ นอกจากเคลือบเฟลด์สปาร์ เช่น เคลือบขี้เถ้า เคลือบตะกั่ว เคลือบบอแรกซ์ เป็นต้น

2.3 ควรศึกษาปริมาณการใช้ของทองแดงออกไซด์ชนิดอื่นอีก และทดลองการเผาในระดับอุณหภูมิอื่น ๆ เช่น 1,100 องศาเซลเซียส , 1,200 องศาเซลเซียส, 1,230 องศาเซลเซียส

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

โกมล รักษ์วงศ์. วัตถุดิบที่ใช้ในงานเครื่องเคลือบดินเผาและเนื้อดินปั้น. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยครูพระนคร, 2531.

_____. สีสำเร็จรูป. กรุงเทพฯ : วิทยาลัยครูพระนคร, 2533.

เงินทุนอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย,บรรษัท. เครื่องปั้นดินเผาและเครื่องเคลือบกับพัฒนาการทางเศรษฐกิจและสังคมของสยาม. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์รุ่งเรืองรัตน์, 2528.

เชษฐ เอี่ยมจิตกุศล. เอกสารทางวิชาการ เรื่องน้ำยาเคลือบในอุตสาหกรรมเซรามิกส์. กรุงเทพฯ : ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิกส์ กองการวิจัย กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2531

เซรามิกส์ไทย, สมาคม. เซรามิกส์ไทย. ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

ทวี พรหมพฤกษ์. เครื่องเคลือบดินเผาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2523.

_____. เตาและการเผา. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2523.

นิวัตร พัฒนะ. การทดลองสัดส่วนของอลูมินาต่อซิลิกาที่ทำให้เกิดลักษณะของเคลือบเฟลด์สปาร์. ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร, 2534. อัดสำเนา.

ปรีดา พิมพ์ขาวขำ. เซรามิกส์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2532.

_____. เคลือบเซรามิกส์. กรุงเทพฯ : อักษรเจริญทัศน์, 2530.

สุมาลี ลิขิตวนิชกุล. น้ำยาเคลือบสีแดงจากโครมิกออกไซด์. กรุงเทพฯ : ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา กองการวิจัย กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2529.

สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์. น้ำเคลือบเครื่องปั้นดินเผา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2534.

อายุวัฒน์ สว่างผล. เซรามิกส์เบื้องต้น. กำแพงเพชร : วิทยาลัยครูกำแพงเพชร, 2536.

Fournier, Robert. Illustrated Dictionary of Practical Pottery. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1977.

Orton, Edward Jr. The Properties and Uses of Pyrometric Cone. 4th ed. Ohio State:Orton Memorial Laboratory , 1965.

Parmelee, Cullen W. Ceramic Glaze. 3rd ed. Boston Massachuseft : CBI Publishing Company Inc., 1975.

Singer, Felix and Sonja S. Singer Industrial Ceramics. London : Champan and Hall Ltd., 1963.

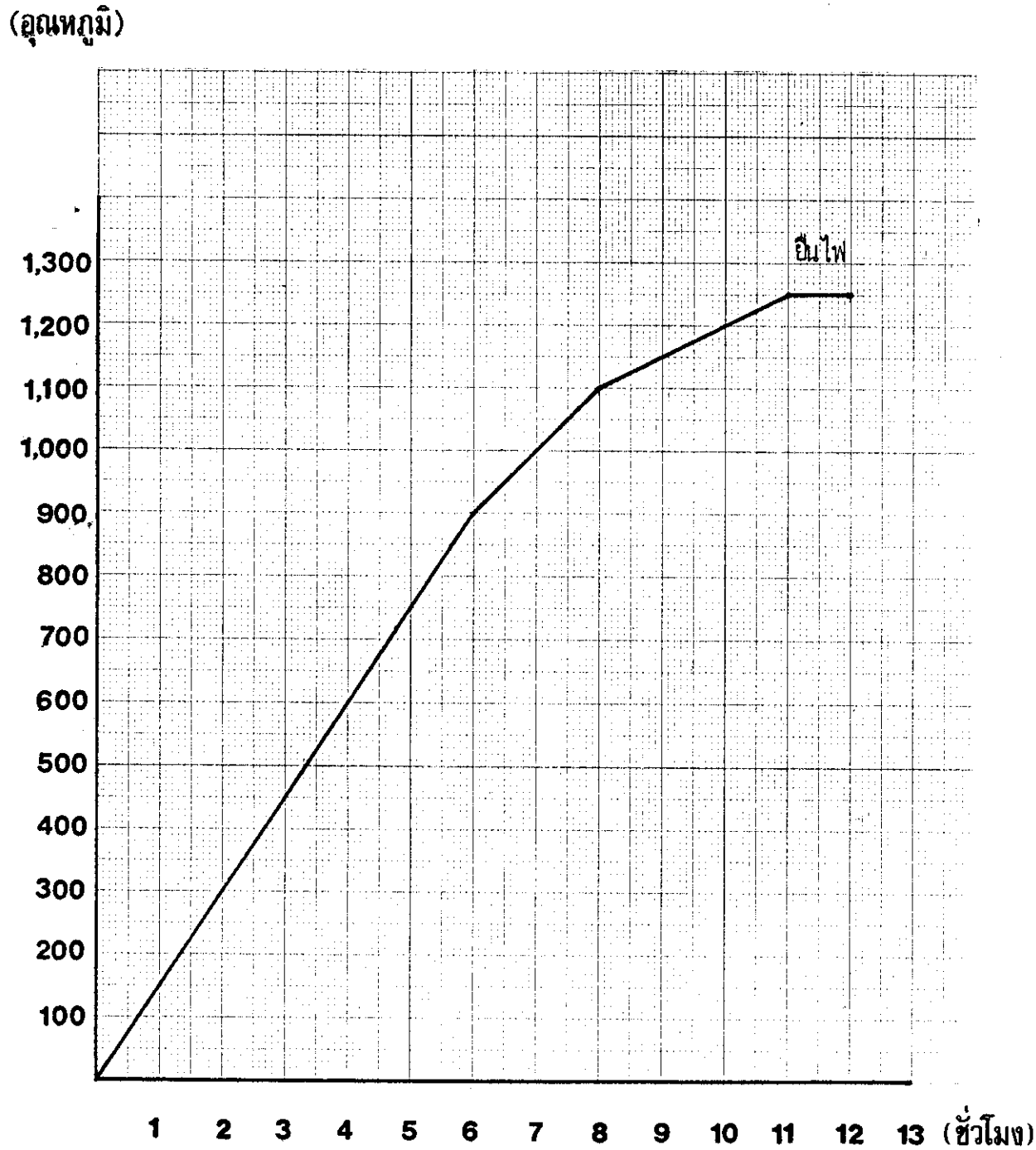
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

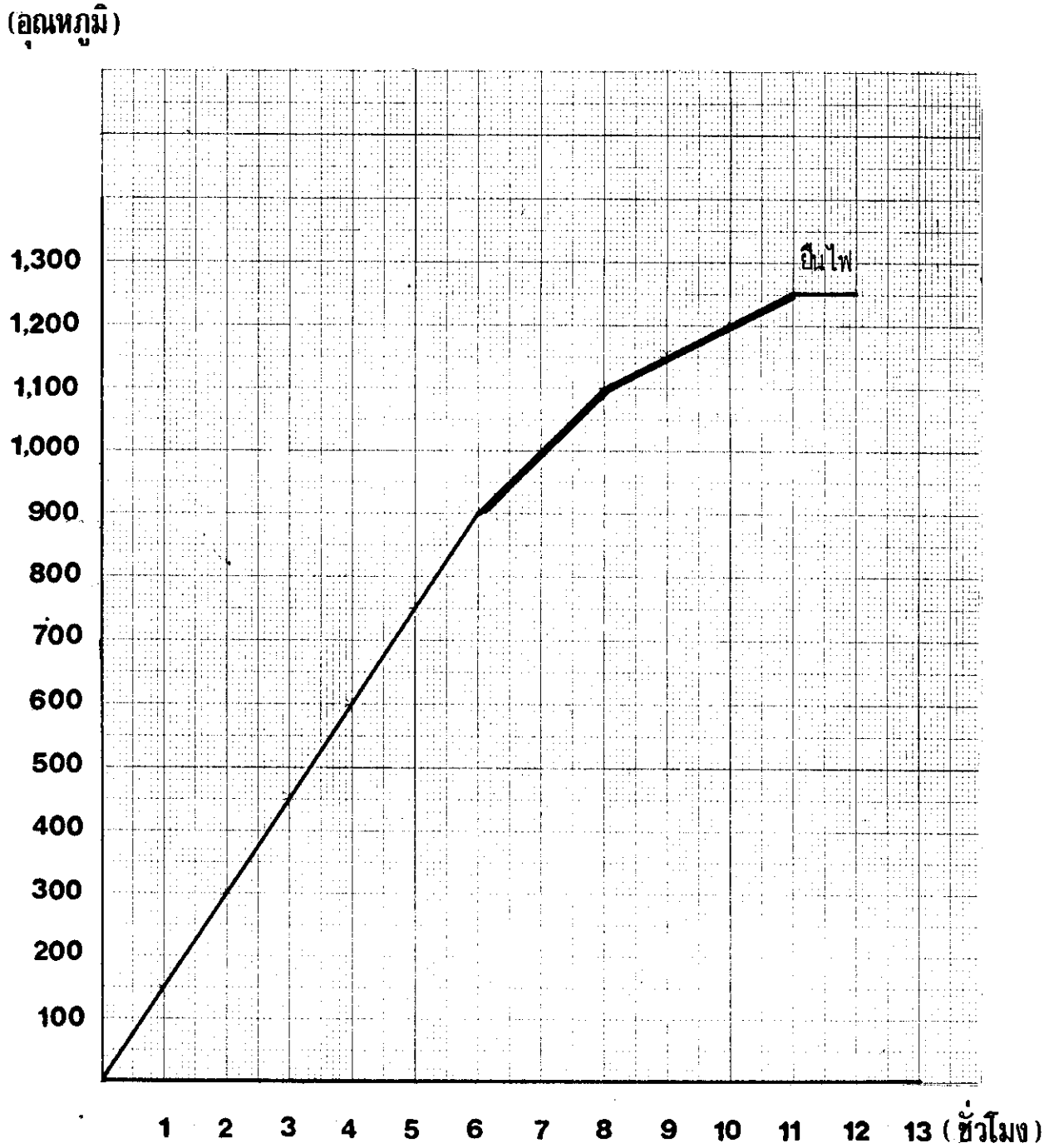
กราฟแสดงการเผาในบรรยากาศ

ออกซิเดชันและรีดักชันที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส

และตารางเทียบอุณหภูมิ



ภาพประกอบ 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับอุณหภูมิในบรรยากาศการเผาแบบออกซิเดชัน ที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส



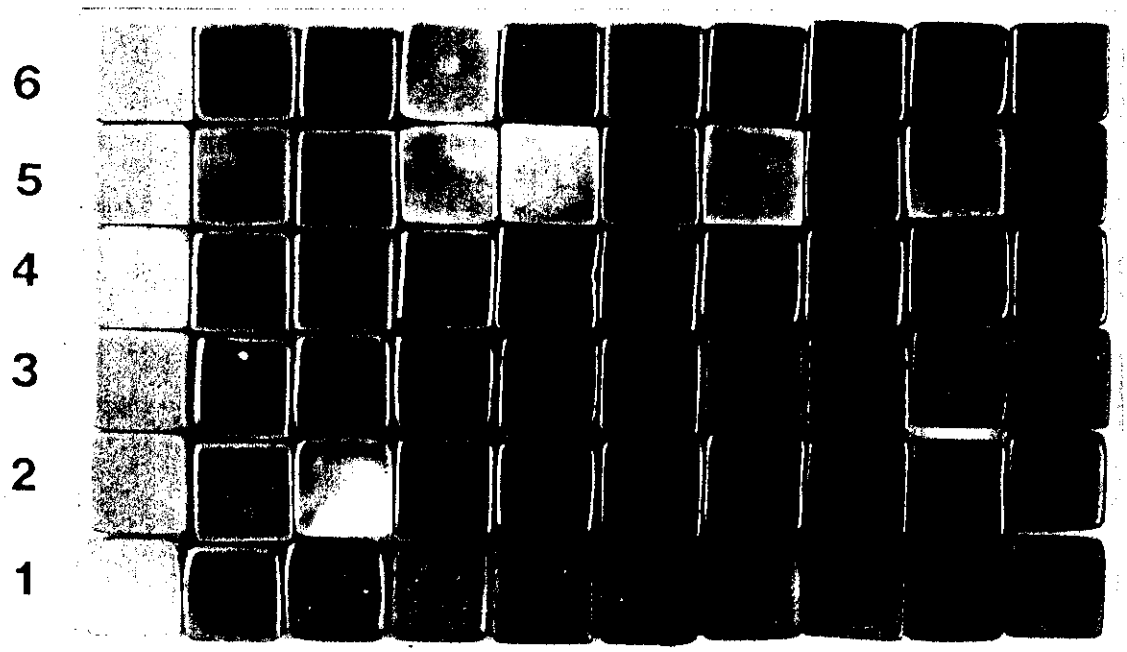
ภาพประกอบ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับอุณหภูมิในบรรยากาศการเผา
แบบรีดักชัน ที่อุณหภูมิ 1,250 องศาเซลเซียส

ตาราง 23 เทียบอุณหภูมิ

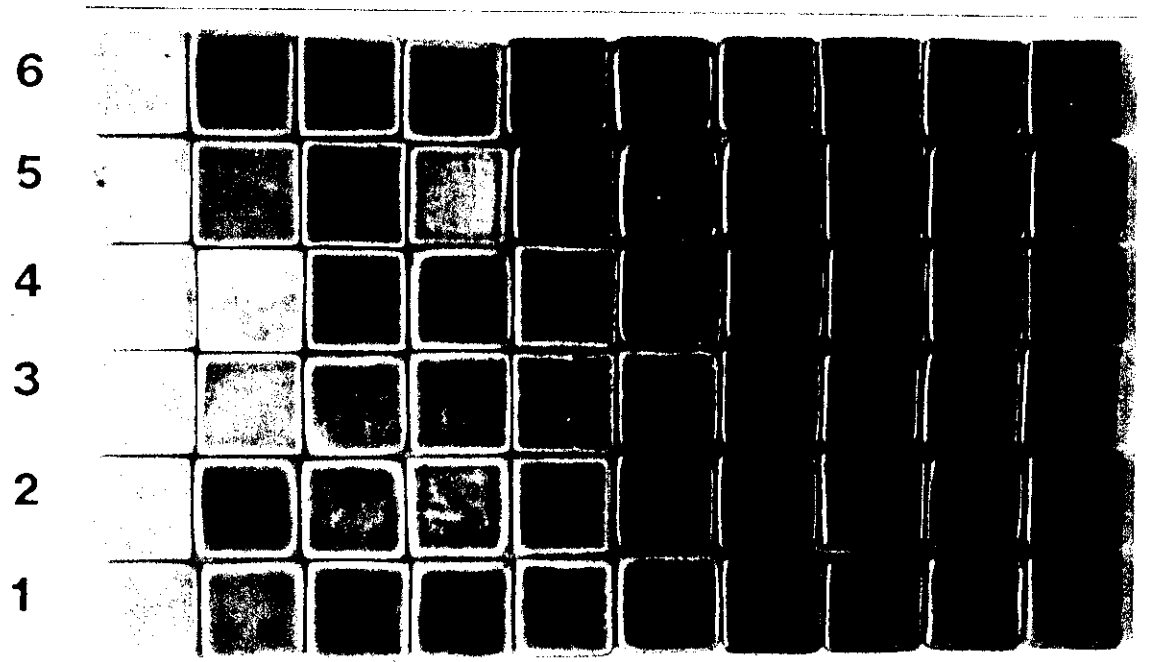
หมายเลขโคน	อุณหภูมิ	หมายเลขโคน	อุณหภูมิ
022	600	8	1250
021	650	9	1280
020	670	10	1300
019	690	11	1320
018	710	12	1350
017	730	13	1380
016	750	14	1410
015 A	790	15	1435
014 a a	815	16	1460
013 a	835	17	1480
012 a	855	18	1500
011 a	880	19	1520
010 a	900	20	1530
09 a	920	26	1580
08 a	940	27	1610
07 a	960	28	1630
06 a	980	29	1650
05 a	1000	30	1670
04 a	1020	31	1690
03 a	1040	32	1710
02 a	1060	33	1730
01 a	1080	34	1750
1 a	1100	35	1770
2 a	1120	36	1790
3 a	1140	37	1825
4 a	1160	38	1850
5 a	1180	39	1880
6 a	1200	40	1920
7 a	1230	41	1960

ภาคผนวก ข

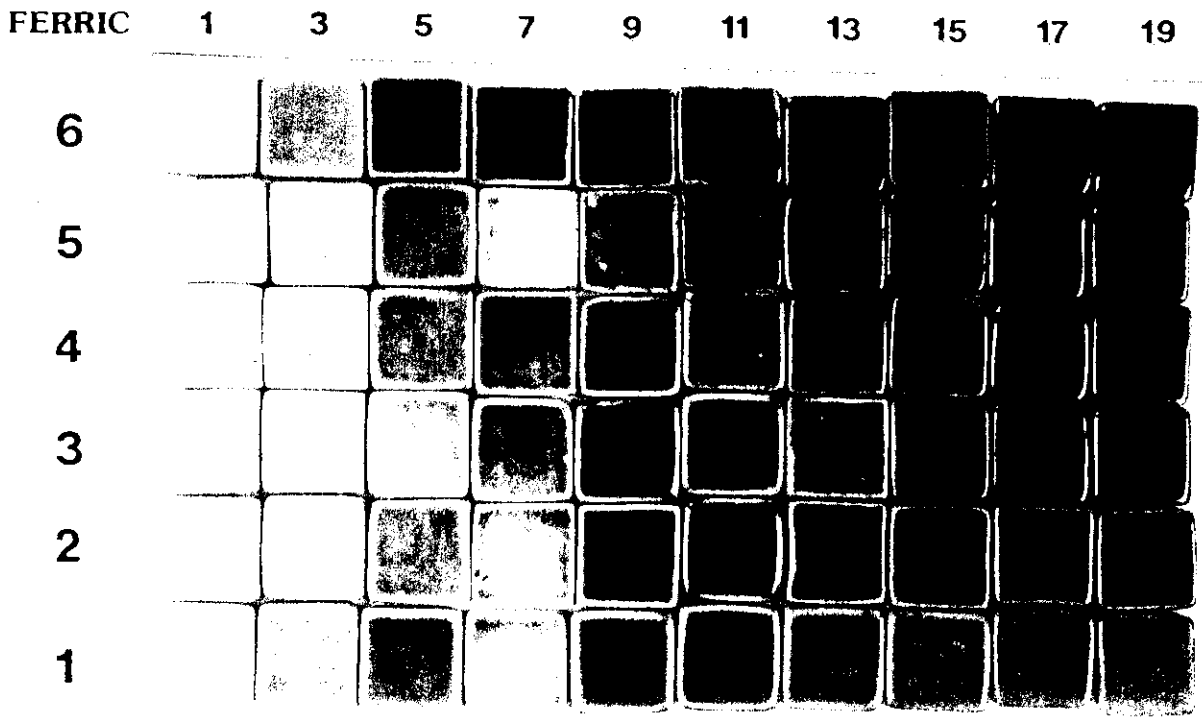
ภาพตัวอย่างชิ้นทดลองเคลือบเฟลด์สปาร์



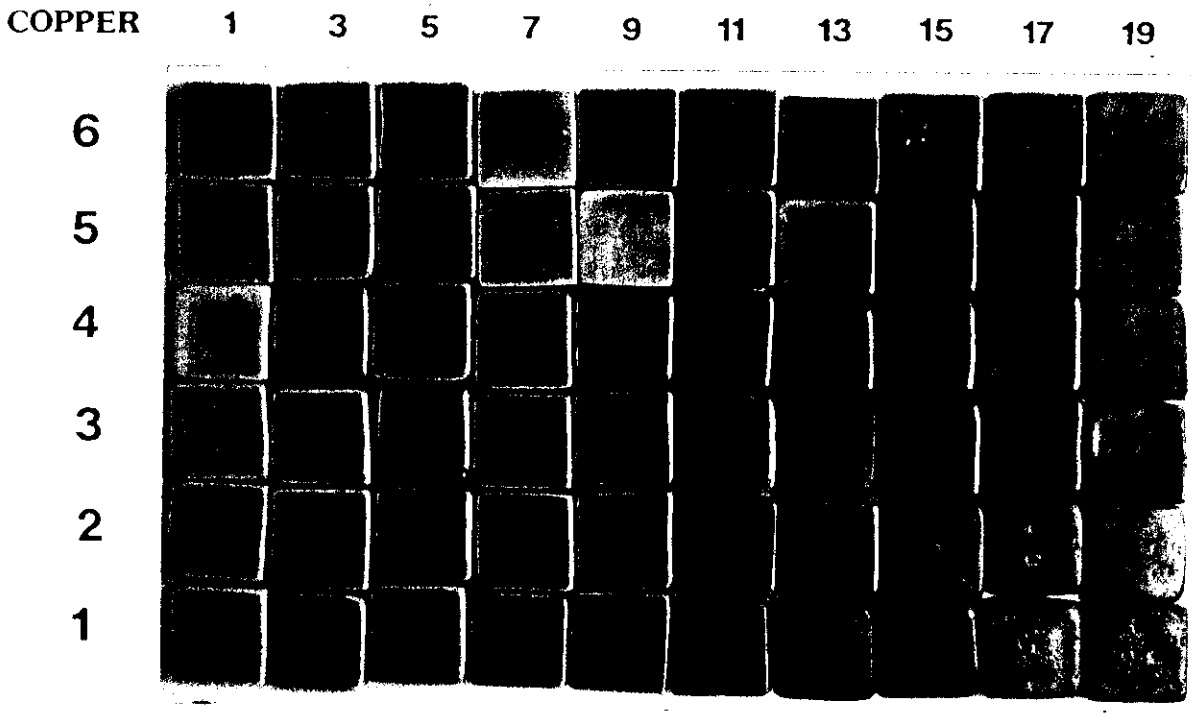
สูตร ภาพประกอบ 5 ชิ้นทดลองเคลือบเฟลด์สปาร์ สูตร 1-6 ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์ เผาในบรรยากาศแบบออกซิเดชัน



สูตร ภาพประกอบ 6 ชิ้นทดลองเคลือบเฟลด์สปาร์ สูตร 1-6 ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ เผาในบรรยากาศแบบรีดักชัน



ภาพประกอบ 7 ชิ้นทดลองเคลือบเฟลด์สปาร์ สูตร 1-6 ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์เผาในบรรยากาศแบบออกซิเดชัน



ภาพประกอบ 8 ชิ้นทดลองเคลือบเฟลด์สปาร์ สูตร 1-6 ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์ เผาในบรรยากาศแบบรีดักชัน

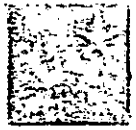
ภาคผนวก ค

ตารางเทียบสีสำเร็จรูปของบริษัทด้นแคน เซรามิกส์ เฟสโน

บลู ไอวารี

มินท์ บลู

เบบี้ บลู


ชิโฟม

เซอเลอรี

อโวคาโด

โฟลิเอจ กรีน

คริสต์มาส ทรี กรีน

เอเวอร์กรีน

ออทัม

เฟิร์น กรีน

เอเวอร์เกลดกรีน

ฟอเรส กรีน

ไอวารี เฟิร์ล

เครสเซน แฟลช

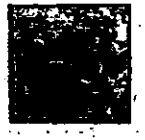
วีดเกอร์

สวีท ฮันนี่

เมเปิล ชูการ์

ปัคเคอร์สก็อตช์

เบิร์น ชูการ์

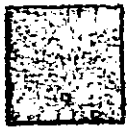

แชดเดิล บราวน์

บราวน์

โคโค บราวน์

ดาร์ก บราวน์

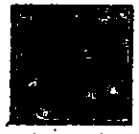
ทีโรส พิงค์


ดัสตี้ โรส

เทอรา คอปเปอร์ จิงเกอร์เบรด

บัร์ว

เจนเทิล โรส


โคโลเนียล พิวเตอร์

ภาพประกอบ 9 ตารางเทียบสีสำเร็จรูปในเคลือบของบริษัทดันแคนเซรามิกส์ เฟสโน

ภาคผนวก ง

หนังสือขอความอนุเคราะห์ในการใช้สถานที่

และหนังสือขอผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ

ที่ ทม 1007/ 4585

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

1 ตุลาคม 2538

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน อธิการบดีสถาบันราชภัฏพระนคร

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นางสาวเบญจลักษณ์ เมืองมีศรี เป็นนิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้นี้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบสิ่งที่เกิดขึ้นหลังการเผาระหว่างทองแดงออกไซด์กับเหล็กออกไซด์ โดยใช้เคลือบเฟลสปาร์

ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

ผศ.โกมล รักษ์วงษ์	ประธาน
ดร.อุปวิทย์ สุวคันธกุล	กรรมการ

สิ่งที่นิสิตใคร่ขอความอนุเคราะห์ คือ ขอใช้สถานที่และเครื่องมือทดลองงานวิจัย ในระหว่างเดือนตุลาคม - พฤศจิกายน 2538

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ศิริยุภา พูลสุวรรณ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี

บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 2584119

ที่ ทม 1007/4980

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

1 ตุลาคม 2538

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน อธิการบดีสถาบันราชภัฏสุราษฎร์ธานี

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นางสาวเบญจลักษณ์ เมืองมีศรี เป็นนิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้นี้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบสิ่งที่เกิดขึ้นหลังการเผาระหว่างทองแดงออกไซด์กับเหล็กออกไซด์ โดยใช้เคลือบเฟลสปาร์

ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

ผศ.โกมล รักษ์วงษ์ ประธาน

ดร.อุปวิทย์ สุวคันธกุล กรรมการ

สิ่งที่นิสิตใคร่ขอความอนุเคราะห์ คือ ขอใช้สถานที่และเครื่องมือทดลองงานวิจัย ในระหว่างเดือนตุลาคม - พฤศจิกายน 2538

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ศิริยุภา พูลสุวรรณ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี

บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 2584119

ที่ ทม 1007/4591

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

๒ ตุลาคม 2538

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นางสาวเบญจลักษณ์ เมืองมีศรี เป็นนิสิตระดับปริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้นี้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบสิ่งที่เกิดขึ้นหลังการเผาระหว่างทองแดงออกไซด์กับเหล็กออกไซด์ โดยใช้เคลือบเฟลสปาร์

ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

ผศ.โกมล รักษ์วงษ์ ประธาน
ดร.อุบวิทย์ สุวคันธกุล กรรมการ

สิ่งที่นิสิตใคร่ขอความอนุเคราะห์ คือ ขอเชิญ คุณพินิจ วรรณีเวชศิลป์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ศิริยุภา พูลสุวรรณ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
ปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี

บัณฑิตวิทยาลัย
โทร. 2584119

ที่ ทม 1007/4581

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

6 ตุลาคม 2538

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน ผู้จัดการบริษัท ปรีชาเซรามิกส์ จำกัด

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นางสาวเบญจลักษณ์ เมืองมีศรี เป็นนิสิตระดับบริญญาโท วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้นี้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำบริญญานิพนธ์ เรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบสิ่งที่เกิดขึ้นหลังการเผาระหว่างทองแดงออกไซด์กับเหล็กออกไซด์ โดยใช้เคลือบเฟลสปาร์

ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

ผศ.โกมล รักษ์วงษ์ ประธาน

ดร.อุบวิทย์ สุวคันธกุล กรรมการ

สิ่งที่นิสิตใคร่ขอความอนุเคราะห์ คือ ขอเชิญ คุณปรีชา อมรรัตน์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัย

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ศิริยุภา พูลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 2584119

บันทึกข้อความ

วนราชการ บัณฑิตวิทยาลัย มศว ประสานมิตร โทร. 122

ที่ ทม 1007/4583 วันที่ 6 ตุลาคม 2538

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน คณบดีคณะศิลปกรรมศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย ขอรับรองว่า นางสาวเบญจลักษณ์ เมืองมีศรี เป็นนิสิตระดับปริญญาโท สาขาเอกอุตสาหกรรมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

นิสิตผู้นี้มีความประสงค์จะมาติดต่อขอความสะดวกในการศึกษาค้นคว้า เพื่อทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบสิ่งที่เกิดขึ้นหลังการเผาระหว่างทองแดงออกไซด์กับเหล็กออกไซด์ โดยใช้ คลือบเฟลสปาร์

ทั้งนี้อยู่ในความควบคุมดูแลของ

ผศ.โกมล รักษ์วงษ์ ประธาน

ดร.อุบวิทย์ สุวดันธกุล กรรมการ

ซึ่งที่นิสิตใคร่ขอความอนุเคราะห์ คือ ขอเชิญ อ.สมศักดิ์ ชวาลาวัลย์ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือ การวิจัย

บัณฑิตวิทยาลัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าท่านจะกรุณาให้ความร่วมมือในครั้งนี้ และขอขอบคุณในความ ช่วยเหลืออนุเคราะห์ใด ๆ ที่ท่านจะโปรดให้แก่นิสิตผู้นี้ด้วย

(ดร.ศิริยุภา พูลสุวรรณ)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ภาคผนวก จ

ผลวิเคราะห์ของผู้เชี่ยวชาญ

ตารางวิเคราะห์สีของเคลือบที่เกิดขึ้นหลังการเผาทองแดงออกไซด์
และเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศแบบออกซิเดชันโดยการใช้เคลือบเฟลด์สปาร์สูตร 1-6

สูตร	1	สูตร	2	สูตร	3	สูตร	4	สูตร	5	สูตร	6
1	บลูไอวารี	21	ชีโฟม	41	ชีโฟม	61	ชีโฟม	81	ชีโฟม	101	ชีโฟม
2	เอเวอร์กรีน	22	เอเวอร์กรีน	42	เอเวอร์กรีน	62	เซอเลอรี	82	เซอเลอรี	102	เซอเลอรี
3	โคโลเนียลพิวเตอร์	23	เอเวอร์กรีน	43	เอเวอร์กรีน	63	เซอเลอรี	83	เซอเลอรี	103	คริสตมาสทรีกรีน
4	โคโลเนียลพิวเตอร์	24	โคโลเนียลพิวเตอร์	44	โคโลเนียลพิวเตอร์	64	เอเวอร์กรีน	84	โฟลิเอจกรีน	104	โคโลเนียลพิวเตอร์
5	โคโลเนียลพิวเตอร์	25	โคโลเนียลพิวเตอร์	45	โคโลเนียลพิวเตอร์	65	เอเวอร์กรีน	85	โฟลิเอจกรีน	105	โคโลเนียลพิวเตอร์
6	โคโลเนียลพิวเตอร์	26	โคโลเนียลพิวเตอร์	46	โคโลเนียลพิวเตอร์	66	ฟอเรสท์กรีน	86	โฟลิเอจกรีน	106	โคโลเนียลพิวเตอร์
7	โคโลเนียลพิวเตอร์	27	โคโลเนียลพิวเตอร์	47	โคโลเนียลพิวเตอร์	67	ฟอเรสท์กรีน	87	โฟลิเอจกรีน	107	โคโลเนียลพิวเตอร์
8	โคโลเนียลพิวเตอร์	28	โคโลเนียลพิวเตอร์	48	โคโลเนียลพิวเตอร์	68	โคโลเนียลพิวเตอร์	88	โฟลิเอจกรีน	108	โคโลเนียลพิวเตอร์
9	โคโลเนียลพิวเตอร์	29	โคโลเนียลพิวเตอร์	49	โคโลเนียลพิวเตอร์	69	โคโลเนียลพิวเตอร์	89	โฟลิเอจกรีน	109	โคโลเนียลพิวเตอร์
10	โคโลเนียลพิวเตอร์	30	โคโลเนียลพิวเตอร์	50	โคโลเนียลพิวเตอร์	70	โคโลเนียลพิวเตอร์	90	โคโลเนียลพิวเตอร์	110	โคโลเนียลพิวเตอร์
11	ไอวารีเพิร์ล	31	ไอวารีเพิร์ล	51	ไอวารีเพิร์ล	71	ไอวารีเพิร์ล	91	ไอวารีเพิร์ล	111	ไอวารีเพิร์ล
12	วีคเกอร์	32	วีคเกอร์	52	วีคเกอร์	72	วีคเกอร์	92	วีคเกอร์	112	วีคเกอร์
13	สวีทฮันนี	33	สวีทฮันนี	53	สวีทฮันนี	73	สวีทฮันนี	93	สวีทฮันนี	113	วีคเกอร์
14	สวีทฮันนี	34	สวีทฮันนี	54	สวีทฮันนี	74	สวีทฮันนี	94	สวีทฮันนี	114	วีคเกอร์
15	บราวน์	35	บราวน์	55	บราวน์	75	บราวน์	95	บราวน์	115	ดาร์กบราวน์
16	ดาร์กบราวน์	36	ดาร์กบราวน์	56	บราวน์	76	บราวน์	96	บราวน์	116	ดาร์กบราวน์
17	บราวน์	37	ดาร์กบราวน์	57	บราวน์	77	บราวน์	97	ดาร์กบราวน์	117	ดาร์กบราวน์
18	บราวน์	38	ดาร์กบราวน์	58	บราวน์	78	ดาร์กบราวน์	98	ดาร์กบราวน์	118	ดาร์กบราวน์
19	เฟิร์นกรีน	39	ดาร์กบราวน์	59	ดาร์กบราวน์	79	ดาร์กบราวน์	99	ดาร์กบราวน์	119	ดาร์กบราวน์
20	เอเวอร์เกลดกรีน	40	ดาร์กบราวน์	60	ดาร์กบราวน์	80	ดาร์กบราวน์	100	ดาร์กบราวน์	120	ดาร์กบราวน์

ลงชื่อ.....
(นายพินิจ วรรณเพ็ญ)

ตารางวิเคราะห์ลีของเคลือบที่เกิดชั้นหลังการเผาทองแดงออกไซด์
และเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศแบบออกซิเดชันโดยการใช้เคลือบเฟลด์สปาร์สูตร 1-6

สูตร	1	สูตร	2	สูตร	3	สูตร	4	สูตร	5	สูตร	6
1	บลูไอวารี	21	ซีโฟม	41	ซีโฟม	61	ซีโฟม	81	ซีโฟม	101	ซีโฟม
2	เอเวอร์กรีน	22	เอเวอร์กรีน	42	เอเวอร์กรีน	62	เซอเลอรี	82	เซอเลอรี	102	เซอเลอรี
3	โคโลเนียลพิวเตอร์	23	เอเวอร์กรีน	43	เอเวอร์กรีน	63	เซอเลอรี	83	เซอเลอรี	103	คริสตมาสทรีกรีน
4	โคโลเนียลพิวเตอร์	24	โคโลเนียลพิวเตอร์	44	โคโลเนียลพิวเตอร์	64	เอเวอร์กรีน	84	โฟลิเอจกรีน	104	โคโลเนียลพิวเตอร์
5	โคโลเนียลพิวเตอร์	25	โคโลเนียลพิวเตอร์	45	โคโลเนียลพิวเตอร์	65	เอเวอร์กรีน	85	โฟลิเอจกรีน	105	โคโลเนียลพิวเตอร์
6	โคโลเนียลพิวเตอร์	26	โคโลเนียลพิวเตอร์	46	โคโลเนียลพิวเตอร์	66	ฟอเรสท์กรีน	86	โฟลิเอจกรีน	106	โคโลเนียลพิวเตอร์
7	โคโลเนียลพิวเตอร์	27	โคโลเนียลพิวเตอร์	47	โคโลเนียลพิวเตอร์	67	ฟอเรสท์กรีน	87	โฟลิเอจกรีน	107	โคโลเนียลพิวเตอร์
8	โคโลเนียลพิวเตอร์	28	โคโลเนียลพิวเตอร์	48	โคโลเนียลพิวเตอร์	68	โคโลเนียลพิวเตอร์	88	โฟลิเอจกรีน	108	โคโลเนียลพิวเตอร์
9	โคโลเนียลพิวเตอร์	29	โคโลเนียลพิวเตอร์	49	โคโลเนียลพิวเตอร์	69	โคโลเนียลพิวเตอร์	89	โฟลิเอจกรีน	109	โคโลเนียลพิวเตอร์
10	โคโลเนียลพิวเตอร์	30	โคโลเนียลพิวเตอร์	50	โคโลเนียลพิวเตอร์	70	โคโลเนียลพิวเตอร์	90	โคโลเนียลพิวเตอร์	110	โคโลเนียลพิวเตอร์
11	ไอวารีเพิร์ล	31	ไอวารีเพิร์ล	51	ไอวารีเพิร์ล	71	ไอวารีเพิร์ล	91	ไอวารีเพิร์ล	111	ไอวารีเพิร์ล
12	วีคเกอร์	32	วีคเกอร์	52	วีคเกอร์	72	วีคเกอร์	92	วีคเกอร์	112	วีคเกอร์
13	สวีทฮันนี	33	สวีทฮันนี	53	สวีทฮันนี	73	สวีทฮันนี	93	สวีทฮันนี	113	วีคเกอร์
14	สวีทฮันนี	34	สวีทฮันนี	54	สวีทฮันนี	74	สวีทฮันนี	94	สวีทฮันนี	114	วีคเกอร์
15	บราวน์	35	บราวน์	55	บราวน์	75	บราวน์	95	บราวน์	115	ดาร์กบราวน์
16	ดาร์กบราวน์	36	ดาร์กบราวน์	56	บราวน์	76	บราวน์	96	บราวน์	116	ดาร์กบราวน์
17	บราวน์	37	ดาร์กบราวน์	57	บราวน์	77	บราวน์	97	ดาร์กบราวน์	117	ดาร์กบราวน์
18	บราวน์	38	ดาร์กบราวน์	58	บราวน์	78	ดาร์กบราวน์	98	ดาร์กบราวน์	118	ดาร์กบราวน์
19	เพิร์นกรีน	39	ดาร์กบราวน์	59	ดาร์กบราวน์	79	ดาร์กบราวน์	99	ดาร์กบราวน์	119	ดาร์กบราวน์
20	เอเวอร์เกลดกรีน	40	ดาร์กบราวน์	60	ดาร์กบราวน์	80	ดาร์กบราวน์	100	ดาร์กบราวน์	120	ดาร์กบราวน์

ลงชื่อ.....
(ปริชา อมรรัตน์)

ตารางวิเคราะห์สีของเคลือบที่เกิดขึ้นหลังการเผาทองแดงออกไซด์
และเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศแบบออกซิเดชันโดยการใช้เคลือบเฟลด์สปาร์สูตร 1-6

สูตร	1	สูตร	2	สูตร	3	สูตร	4	สูตร	5	สูตร	6
1	บลูไอวารี	21	ซีโฟม	41	ซีโฟม	61	ซีโฟม	81	ซีโฟม	101	ซีโฟม
2	เอเวอร์กรีน	22	เอเวอร์กรีน	42	เอเวอร์กรีน	62	เซอเลอรี	82	เซอเลอรี	102	เซอเลอรี
3	โคโลเนียลพิวเตอร์	23	เอเวอร์กรีน	43	เอเวอร์กรีน	63	เซอเลอรี	83	เซอเลอรี	103	คริสตมาสทรีกรีน
4	โคโลเนียลพิวเตอร์	24	โคโลเนียลพิวเตอร์	44	โคโลเนียลพิวเตอร์	64	เอเวอร์กรีน	84	โฟลิเอจกรีน	104	โคโลเนียลพิวเตอร์
5	โคโลเนียลพิวเตอร์	25	โคโลเนียลพิวเตอร์	45	โคโลเนียลพิวเตอร์	65	เอเวอร์กรีน	85	โฟลิเอจกรีน	105	โคโลเนียลพิวเตอร์
6	โคโลเนียลพิวเตอร์	26	โคโลเนียลพิวเตอร์	46	โคโลเนียลพิวเตอร์	66	ฟอเรสท์กรีน	86	โฟลิเอจกรีน	106	โคโลเนียลพิวเตอร์
7	โคโลเนียลพิวเตอร์	27	โคโลเนียลพิวเตอร์	47	โคโลเนียลพิวเตอร์	67	ฟอเรสท์กรีน	87	โฟลิเอจกรีน	107	โคโลเนียลพิวเตอร์
8	โคโลเนียลพิวเตอร์	28	โคโลเนียลพิวเตอร์	48	โคโลเนียลพิวเตอร์	68	โคโลเนียลพิวเตอร์	88	โฟลิเอจกรีน	108	โคโลเนียลพิวเตอร์
9	โคโลเนียลพิวเตอร์	29	โคโลเนียลพิวเตอร์	49	โคโลเนียลพิวเตอร์	69	โคโลเนียลพิวเตอร์	89	โฟลิเอจกรีน	109	โคโลเนียลพิวเตอร์
10	โคโลเนียลพิวเตอร์	30	โคโลเนียลพิวเตอร์	50	โคโลเนียลพิวเตอร์	70	โคโลเนียลพิวเตอร์	90	โคโลเนียลพิวเตอร์	110	โคโลเนียลพิวเตอร์
11	ไอวารีเพิร์ล	31	ไอวารีเพิร์ล	51	ไอวารีเพิร์ล	71	ไอวารีเพิร์ล	91	ไอวารีเพิร์ล	111	ไอวารีเพิร์ล
12	วีคเกอร์	32	วีคเกอร์	52	วีคเกอร์	72	วีคเกอร์	92	วีคเกอร์	112	วีคเกอร์
13	สวีทฮันนี	33	สวีทฮันนี	53	สวีทฮันนี	73	สวีทฮันนี	93	สวีทฮันนี	113	วีคเกอร์
14	สวีทฮันนี	34	สวีทฮันนี	54	สวีทฮันนี	74	สวีทฮันนี	94	สวีทฮันนี	114	วีคเกอร์
15	บราวน์	35	บราวน์	55	บราวน์	75	บราวน์	95	บราวน์	115	ดาร์กบราวน์
16	ดาร์กบราวน์	36	ดาร์กบราวน์	56	บราวน์	76	บราวน์	96	บราวน์	116	ดาร์กบราวน์
17	บราวน์	37	ดาร์กบราวน์	57	บราวน์	77	บราวน์	97	ดาร์กบราวน์	117	ดาร์กบราวน์
18	บราวน์	38	ดาร์กบราวน์	58	บราวน์	78	ดาร์กบราวน์	98	ดาร์กบราวน์	118	ดาร์กบราวน์
19	เฟิร์นกรีน	39	ดาร์กบราวน์	59	ดาร์กบราวน์	79	ดาร์กบราวน์	99	ดาร์กบราวน์	119	ดาร์กบราวน์
20	เอเวอร์เกลดกรีน	40	ดาร์กบราวน์	60	ดาร์กบราวน์	80	ดาร์กบราวน์	100	ดาร์กบราวน์	120	ดาร์กบราวน์

ลงชื่อ.....

ตารางวิเคราะห์สีของเคลือบที่เกิดขึ้นหลังการเผาทองแดงออกไซด์
และเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศแบบรีดักชันโดยการใช้เคลือบเฟลด์สปาร์สูตร 1-6

สูตร	1	สูตร	2	สูตร	3	สูตร	4	สูตร	5	สูตร	6
1	เจนเทิลโรส	21	เจนเทิลโรส	41	ทีโรสพิงค์	61	ทีโรสพิงค์	81	เจนเทิลโรส	101	เทอราคอปเปอร์
2	โคโคบราวน์	22	ดัสตี้โรส	42	จิงเกอร์เบรด	62	เจนเทิลโรส	82	เทอราคอปเปอร์	102	เทอราคอปเปอร์
3	เฟิร์นกรีน	23	มัวว์	43	เมเปิลชูการ์	63	เทอราคอปเปอร์	83	เทอราคอปเปอร์	103	เทอราคอปเปอร์
4	เฟิร์นกรีน	24	มัวว์	44	มัวว์	64	แซดเดิลบราวน์	84	โฟลิเอจกรีน	104	โฟลิเอจกรีน
5	ออทัมน์	25	มัวว์	45	เบิร์นชูการ์	65	เอเวอร์กรีน	85	โฟลิเอจกรีน	105	ฟอเรสท์กรีน
6	โคโลเนียลพิวเตอร์	26	ออทัมน์	46	เบิร์นชูการ์	66	ฟอเรสท์กรีน	86	โฟลิเอจกรีน	106	ฟอเรสท์กรีน
7	โคโลเนียลพิวเตอร์	27	โคโลเนียลพิวเตอร์	47	ฟอเรสท์กรีน	67	ฟอเรสท์กรีน	87	โฟลิเอจกรีน	107	ฟอเรสท์กรีน
8	โคโลเนียลพิวเตอร์	28	โคโลเนียลพิวเตอร์	48	ฟอเรสท์กรีน	68	ฟอเรสท์กรีน	88	โฟลิเอจกรีน	108	ฟอเรสท์กรีน
9	โคโลเนียลพิวเตอร์	29	โคโลเนียลพิวเตอร์	49	โคโลเนียลพิวเตอร์	69	ฟอเรสท์กรีน	89	โฟลิเอจกรีน	109	ฟอเรสท์กรีน
10	โคโลเนียลพิวเตอร์	30	โคโลเนียลพิวเตอร์	50	โคโลเนียลพิวเตอร์	70	ฟอเรสท์กรีน	90	โคโลเนียลพิวเตอร์	110	โคโลเนียลพิวเตอร์
11	เบบี้บลู	31	มินท์บลู	51	มินท์บลู	71	มินท์บลู	91	มินท์บลู	111	เบบี้บลู
12	โฟลิเอจกรีน	32	คริสตมาสทรีกรีน	52	โฟลิเอจกรีน	72	วีคเกอร์	92	โฟลิเอจกรีน	112	คริสตมาสทรีกรีน
13	อโวคาโด	33	อโวคาโด	53	อโวคาโด	73	อโวคาโด	93	เพิร์นกรีน	113	เฟิร์นกรีน
14	สวีทฮันนี	34	สวีทฮันนี	54	บราวน์	74	สวีทฮันนี	94	สวีทฮันนี	114	บราวน์
15	บราวน์	35	ดาร์กบราวน์	55	บราวน์	75	บราวน์	95	บราวน์	115	เบิร์นชูการ์
16	ดาร์กบราวน์	36	ดาร์กบราวน์	56	เบิร์นชูการ์	76	เบิร์นชูการ์	96	บัตเตอร์สก๊อตช์	116	ดาร์กบราวน์
17	ดาร์กบราวน์	37	ดาร์กบราวน์	57	บัตเตอร์สก๊อตช์	77	ดาร์กบราวน์	97	บัตเตอร์สก๊อตช์	117	บัตเตอร์สก๊อตช์
18	ดาร์กบราวน์	38	ดาร์กบราวน์	58	บัตเตอร์สก๊อตช์	78	บัตเตอร์สก๊อตช์	98	บัตเตอร์สก๊อตช์	118	บัตเตอร์สก๊อตช์
19	บัตเตอร์สก๊อตช์	39	บัตเตอร์สก๊อตช์	59	บัตเตอร์สก๊อตช์	79	บัตเตอร์สก๊อตช์	99	บัตเตอร์สก๊อตช์	119	บัตเตอร์สก๊อตช์
20	บัตเตอร์สก๊อตช์	40	บัตเตอร์สก๊อตช์	60	บัตเตอร์สก๊อตช์	80	บัตเตอร์สก๊อตช์	100	บัตเตอร์สก๊อตช์	120	บัตเตอร์สก๊อตช์

ลงชื่อ.....
(นายพิชัย วรรณกาสิง

ตารางวิเคราะห์ลีของเคลือบที่เกิดขึ้นหลังการเผาทองแดงออกไซด์
และเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศแบบรีดักชันโดยการใช้เคลือบเฟลด์สปาร์สูตร 1-6

สูตร	1	สูตร	2	สูตร	3	สูตร	4	สูตร	5	สูตร	6
1	เจนเทิลโรส	21	เจนเทิลโรส	41	ทีโรสฟิงค์	61	ทีโรสฟิงค์	81	เจนเทิลโรส	101	เทอราคอปเปอร์
2	โคโคบราวน์	22	ดัสตี้โรส	42	จิงเกอร์เบรด	62	เจนเทิลโรส	82	เทอราคอปเปอร์	102	เทอราคอปเปอร์
3	เฟิร์นกรีน	23	มัวว์	43	เมเปิลชูการ์	63	เทอราคอปเปอร์	83	เทอราคอปเปอร์	103	เทอราคอปเปอร์
4	เฟิร์นกรีน	24	มัวว์	44	มัวว์	64	แชตเดิลบราวน์	84	โฟลิเอจกรีน	104	โฟลิเอจกรีน
5	ออทัมน์	25	มัวว์	45	เบิร์นชูการ์	65	เอเวอร์กรีน	85	โฟลิเอจกรีน	105	ฟอเรสท์กรีน
6	โคโลเนียลพิวเตอร์	26	ออทัมน์	46	เบิร์นชูการ์	66	ฟอเรสท์กรีน	86	โฟลิเอจกรีน	106	ฟอเรสท์กรีน
7	โคโลเนียลพิวเตอร์	27	โคโลเนียลพิวเตอร์	47	ฟอเรสท์กรีน	67	ฟอเรสท์กรีน	87	โฟลิเอจกรีน	107	ฟอเรสท์กรีน
8	โคโลเนียลพิวเตอร์	28	โคโลเนียลพิวเตอร์	48	ฟอเรสท์กรีน	68	ฟอเรสท์กรีน	88	โฟลิเอจกรีน	108	ฟอเรสท์กรีน
9	โคโลเนียลพิวเตอร์	29	โคโลเนียลพิวเตอร์	49	โคโลเนียลพิวเตอร์	69	ฟอเรสท์กรีน	89	โฟลิเอจกรีน	109	ฟอเรสท์กรีน
10	โคโลเนียลพิวเตอร์	30	โคโลเนียลพิวเตอร์	50	โคโลเนียลพิวเตอร์	70	ฟอเรสท์กรีน	90	โคโลเนียลพิวเตอร์	110	โคโลเนียลพิวเตอร์
11	เบบี้บลู	31	มินท์บลู	51	มินท์บลู	71	มินท์บลู	91	มินท์บลู	111	เบบี้บลู
12	โฟลิเอจกรีน	32	คริสตมาสทรีกรีน	52	โฟลิเอจกรีน	72	วีคเกอร์	92	โฟลิเอจกรีน	112	คริสตมาสทรีกรีน
13	อโวคาโด	33	อโวคาโด	53	อโวคาโด	73	อโวคาโด	93	เฟิร์นกรีน	113	เฟิร์นกรีน
14	สวีทฮันนี	34	สวีทฮันนี	54	บราวน์	74	สวีทฮันนี	94	สวีทฮันนี	114	บราวน์
15	บราวน์	35	ดาร์กบราวน์	55	บราวน์	75	บราวน์	95	บราวน์	115	เบิร์นชูการ์
16	ดาร์กบราวน์	36	ดาร์กบราวน์	56	เบิร์นชูการ์	76	เบิร์นชูการ์	96	บัตเตอร์สก๊อตซ์	116	ดาร์กบราวน์
17	ดาร์กบราวน์	37	ดาร์กบราวน์	57	บัตเตอร์สก๊อตซ์	77	ดาร์กบราวน์	97	บัตเตอร์สก๊อตซ์	117	บัตเตอร์สก๊อตซ์
18	ดาร์กบราวน์	38	ดาร์กบราวน์	58	บัตเตอร์สก๊อตซ์	78	บัตเตอร์สก๊อตซ์	98	บัตเตอร์สก๊อตซ์	118	บัตเตอร์สก๊อตซ์
19	บัตเตอร์สก๊อตซ์	39	บัตเตอร์สก๊อตซ์	59	บัตเตอร์สก๊อตซ์	79	บัตเตอร์สก๊อตซ์	99	บัตเตอร์สก๊อตซ์	119	บัตเตอร์สก๊อตซ์
20	บัตเตอร์สก๊อตซ์	40	บัตเตอร์สก๊อตซ์	60	บัตเตอร์สก๊อตซ์	80	บัตเตอร์สก๊อตซ์	100	บัตเตอร์สก๊อตซ์	120	บัตเตอร์สก๊อตซ์

ลงชื่อ.....
(นิรชา อมรรัตน์)

ตารางวิเคราะห์ลีของเคลือบที่เกิดขึ้นหลังการเผาทองแดงออกไซด์
และเหล็กออกไซด์ในบรรยากาศแบบรีดักชันโดยการใช้เคลือบเฟลด์สปาร์สูตร 1-6

สูตร	1	สูตร	2	สูตร	3	สูตร	4	สูตร	5	สูตร	6
1	เจนเทิลโรส	21	เจนเทิลโรส	41	ทีโรสพิงค์	61	ทีโรสพิงค์	81	เจนเทิลโรส	101	เทอราคอปเปอร์
2	โคโคบราวน์	22	ดัสตี้โรส	42	จิงเกอร์เบรด	62	เจนเทิลโรส	82	เทอราคอปเปอร์	102	เทอราคอปเปอร์
3	เฟิร์นกรีน	23	มัวว์	43	เมเปิลชูการ์	63	เทอราคอปเปอร์	83	เทอราคอปเปอร์	103	เทอราคอปเปอร์
4	เฟิร์นกรีน	24	มัวว์	44	มัวว์	64	แชดเดิลบราวน์	84	โฟลิเอจกรีน	104	โฟลิเอจกรีน
5	ออทัมน์	25	มัวว์	45	เบิร์นชูการ์	65	เอเวอร์กรีน	85	โฟลิเอจกรีน	105	ฟอเรสท์กรีน
6	โคโลเนียลพิวเตอร์	26	ออทัมน์	46	เบิร์นชูการ์	66	ฟอเรสท์กรีน	86	โฟลิเอจกรีน	106	ฟอเรสท์กรีน
7	โคโลเนียลพิวเตอร์	27	โคโลเนียลพิวเตอร์	47	ฟอเรสท์กรีน	67	ฟอเรสท์กรีน	87	โฟลิเอจกรีน	107	ฟอเรสท์กรีน
8	โคโลเนียลพิวเตอร์	28	โคโลเนียลพิวเตอร์	48	ฟอเรสท์กรีน	68	ฟอเรสท์กรีน	88	โฟลิเอจกรีน	108	ฟอเรสท์กรีน
9	โคโลเนียลพิวเตอร์	29	โคโลเนียลพิวเตอร์	49	โคโลเนียลพิวเตอร์	69	ฟอเรสท์กรีน	89	โฟลิเอจกรีน	109	ฟอเรสท์กรีน
10	โคโลเนียลพิวเตอร์	30	โคโลเนียลพิวเตอร์	50	โคโลเนียลพิวเตอร์	70	ฟอเรสท์กรีน	90	โคโลเนียลพิวเตอร์	110	โคโลเนียลพิวเตอร์
11	เบบี้บลู	31	มินท์บลู	51	มินท์บลู	71	มินท์บลู	91	มินท์บลู	111	เบบี้บลู
12	โฟลิเอจกรีน	32	คริสตมาสทรีกรีน	52	โฟลิเอจกรีน	72	วีดเกอร์	92	โฟลิเอจกรีน	112	คริสตมาสทรีกรีน
13	อโวคาโด	33	อโวคาโด	53	อโวคาโด	73	อโวคาโด	93	เฟิร์นกรีน	113	เฟิร์นกรีน
14	สวีทฮันนี	34	สวีทฮันนี	54	บราวน์	74	สวีทฮันนี	94	สวีทฮันนี	114	บราวน์
15	บราวน์	35	ดาร์กบราวน์	55	บราวน์	75	บราวน์	95	บราวน์	115	เบิร์นชูการ์
16	ดาร์กบราวน์	36	ดาร์กบราวน์	56	เบิร์นชูการ์	76	เบิร์นชูการ์	96	บัตเตอร์สก๊อตช์	116	ดาร์กบราวน์
17	ดาร์กบราวน์	37	ดาร์กบราวน์	57	บัตเตอร์สก๊อตช์	77	ดาร์กบราวน์	97	บัตเตอร์สก๊อตช์	117	บัตเตอร์สก๊อตช์
18	ดาร์กบราวน์	38	ดาร์กบราวน์	58	บัตเตอร์สก๊อตช์	78	บัตเตอร์สก๊อตช์	98	บัตเตอร์สก๊อตช์	118	บัตเตอร์สก๊อตช์
19	บัตเตอร์สก๊อตช์	39	บัตเตอร์สก๊อตช์	59	บัตเตอร์สก๊อตช์	79	บัตเตอร์สก๊อตช์	99	บัตเตอร์สก๊อตช์	119	บัตเตอร์สก๊อตช์
20	บัตเตอร์สก๊อตช์	40	บัตเตอร์สก๊อตช์	60	บัตเตอร์สก๊อตช์	80	บัตเตอร์สก๊อตช์	100	บัตเตอร์สก๊อตช์	120	บัตเตอร์สก๊อตช์

ลงชื่อ.....

ตารางวิเคราะห์ผลลักษณะความมันของเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์
และเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ เผาในบรรยากาศออกซิเดชัน

สูตร	1				สูตร	2				สูตร	3				สูตร	4				สูตร	5				สูตร	6			
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4
1				✓	21			✓		41				✓	61				✓	81				✓	101				✓
2				✓	22				✓	42				✓	62				✓	82				✓	102				✓
3			✓		23				✓	43				✓	63				✓	83				✓	103				✓
4			✓		24			✓		44			✓		64				✓	84				✓	104				✓
5			✓		25			✓		45		✓			65			✓		85				✓	105				✓
6		✓			26		✓			46		✓			66			✓		86			✓		106				✓
7		✓			27		✓			47		✓			67			✓		87			✓		107			✓	
8		✓			28		✓			48			✓		68			✓		88			✓		108			✓	
9		✓			29		✓			49		✓			69			✓		89	✓				109			✓	
10		✓			30		✓			50		✓			70			✓		90	✓				110			✓	
11			✓		31		✓			51				✓	71				✓	91				✓	111				✓
12				✓	32				✓	52				✓	72				✓	92				✓	112				✓
13				✓	33				✓	53				✓	73				✓	93				✓	113				✓
14				✓	34				✓	54				✓	74				✓	94				✓	114				✓
15				✓	35				✓	55				✓	75				✓	95				✓	115				✓
16				✓	36				✓	56				✓	76				✓	96				✓	116				✓
17				✓	37				✓	57				✓	77				✓	97				✓	117				✓
18				✓	38				✓	58				✓	78				✓	98				✓	118				✓
19				✓	39				✓	59				✓	79				✓	99				✓	119				✓
20			✓		40				✓	60				✓	80				✓	100				✓	120				✓

ลงชื่อ.....

(นายพิชิต วรรณิเวชกิจ)

ตารางวิเคราะห์ผลลักษณะความมันของเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์
และเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ เผาในบรรยากาศออกซิเดชัน

สูตร	1				สูตร	2				สูตร	3				สูตร	4				สูตร	5				สูตร	6			
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4
1				✓	21			✓		41				✓	61				✓	81				✓	101				✓
2				✓	22				✓	42				✓	62				✓	82				✓	102				✓
3			✓		23				✓	43				✓	63				✓	83				✓	103				✓
4			✓		24			✓		44			✓		64				✓	84				✓	104				✓
5			✓		25			✓		45		✓			65			✓		85				✓	105				✓
6		✓			26		✓			46		✓			66			✓		86			✓		106				✓
7		✓			27		✓			47		✓			67			✓		87			✓		107			✓	
8		✓			28		✓			48			✓		68			✓		88			✓		108			✓	
9		✓			29		✓			49		✓			69			✓		89	✓				109			✓	
10		✓			30		✓			50		✓			70			✓		90	✓				110			✓	
11			✓		31		✓			51				✓	71				✓	91				✓	111				✓
12				✓	32				✓	52				✓	72				✓	92				✓	112				✓
13				✓	33				✓	53				✓	73				✓	93				✓	113				✓
14				✓	34				✓	54				✓	74				✓	94				✓	114				✓
15				✓	35				✓	55				✓	75				✓	95				✓	115				✓
16				✓	36				✓	56				✓	76				✓	96				✓	116				✓
17				✓	37				✓	57				✓	77				✓	97				✓	117				✓
18				✓	38				✓	58				✓	78				✓	98				✓	118				✓
19				✓	39				✓	59				✓	79				✓	99				✓	119				✓
20			✓		40				✓	60				✓	80				✓	100				✓	120				✓

ลงชื่อ.....

(หวิชา อุปรรัตน์)

ตารางวิเคราะห์ผลลักษณะความมันของเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์
และเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ เผาในบรรยากาศออกซิเดชัน

สูตร	1				สูตร	2				สูตร	3				สูตร	4				สูตร	5				สูตร	6			
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4
1				✓	21			✓		41				✓	61				✓	81				✓	101				✓
2				✓	22				✓	42				✓	62				✓	82				✓	102				✓
3			✓		23				✓	43				✓	63				✓	83				✓	103				✓
4			✓		24			✓		44			✓		64				✓	84				✓	104				✓
5			✓		25			✓		45		✓			65			✓		85				✓	105				✓
6		✓			26		✓			46		✓			66			✓		86			✓		106				✓
7		✓			27		✓			47		✓			67			✓		87			✓		107			✓	
8		✓			28		✓			48			✓		68			✓		88			✓		108			✓	
9		✓			29		✓			49		✓			69			✓		89	✓				109			✓	
10		✓			30		✓			50		✓			70			✓		90	✓				110			✓	
11			✓		31		✓			51				✓	71				✓	91				✓	111				✓
12				✓	32				✓	52				✓	72				✓	92				✓	112				✓
13				✓	33				✓	53				✓	73				✓	93				✓	113				✓
14				✓	34				✓	54				✓	74				✓	94				✓	114				✓
15				✓	35				✓	55				✓	75				✓	95				✓	115				✓
16				✓	36				✓	56				✓	76				✓	96				✓	116				✓
17				✓	37				✓	57				✓	77				✓	97				✓	117				✓
18				✓	38				✓	58				✓	78				✓	98				✓	118				✓
19				✓	39				✓	59				✓	79				✓	99				✓	119				✓
20			✓		40				✓	60				✓	80				✓	100				✓	120				✓

ลงชื่อ.....

ตารางวิเคราะห์ผลลักษณะความมันของเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์
และเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ เผาในบรรยากาศรีดักชัน

สูตร	1				สูตร	2				สูตร	3				สูตร	4				สูตร	5				สูตร	6			
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4
1				✓	21			✓		41				✓	61				✓	81				✓	101				✓
2				✓	22			✓		42				✓	62				✓	82				✓	102				✓
3				✓	23			✓		43				✓	63				✓	83				✓	103				✓
4				✓	24			✓		44				✓	64				✓	84				✓	104				✓
5				✓	25			✓		45				✓	65				✓	85				✓	105			✓	
6			✓		26			✓		46				✓	66			✓		86			✓		106			✓	
7			✓		27		✓			47			✓		67			✓		87			✓		107			✓	
8			✓		28		✓			48			✓		68			✓		88			✓		108		✓		
9			✓		29		✓			49		✓			69			✓		89		✓			109		✓		
10			✓		30		✓			50		✓			70			✓		90		✓			110		✓		
11				✓	31			✓		51				✓	71				✓	91				✓	111				✓
12				✓	32			✓		52				✓	72				✓	92				✓	112				✓
13				✓	33			✓		53				✓	73				✓	93				✓	113				✓
14				✓	34			✓		54				✓	74				✓	94				✓	114				✓
15				✓	35			✓		55				✓	75				✓	95				✓	115				✓
16				✓	36			✓		56				✓	76				✓	96				✓	116				✓
17				✓	37			✓		57				✓	77				✓	97				✓	117				✓
18				✓	38			✓		58				✓	78				✓	98				✓	118				✓
19				✓	39			✓		59				✓	79				✓	99				✓	119				✓
20			✓		40			✓		60				✓	80				✓	100			✓		120				✓

ลงชื่อ.....

ตารางวิเคราะห์ผลลักษณะความมันของเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์
และเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ เผาในบรรยากาศรีดักชัน

สูตร	1				สูตร	2				สูตร	3				สูตร	4				สูตร	5				สูตร	6			
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4
1				✓	21				✓	41				✓	61				✓	81				✓	101				✓
2				✓	22				✓	42				✓	62				✓	82				✓	102				✓
3				✓	23				✓	43				✓	63				✓	83				✓	103				✓
4				✓	24				✓	44				✓	64				✓	84				✓	104				✓
5				✓	25				✓	45				✓	65				✓	85				✓	105			✓	
6			✓		26				✓	46				✓	66			✓		86			✓		106			✓	
7			✓		27		✓			47			✓		67			✓		87			✓		107			✓	
8			✓		28		✓			48			✓		68			✓		88			✓		108		✓		
9			✓		29		✓			49		✓			69			✓		89		✓			109		✓		
10			✓		30		✓			50		✓			70			✓		90		✓			110		✓		
11				✓	31				✓	51				✓	71				✓	91				✓	111				✓
12				✓	32				✓	52				✓	72				✓	92				✓	112				✓
13				✓	33				✓	53				✓	73				✓	93				✓	113				✓
14				✓	34				✓	54				✓	74				✓	94				✓	114				✓
15				✓	35				✓	55				✓	75				✓	95				✓	115				✓
16				✓	36				✓	56				✓	76				✓	96				✓	116				✓
17				✓	37				✓	57				✓	77				✓	97				✓	117				✓
18				✓	38				✓	58				✓	78				✓	98				✓	118				✓
19				✓	39				✓	59				✓	79				✓	99				✓	119				✓
20			✓		40				✓	60				✓	80				✓	100			✓		120				✓

ลงชื่อ.....

(พรชัย ลมวิตน)

ตารางวิเคราะห์ผลลักษณะความมันของเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์
และเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ เผาในบรรยากาศรีดักชัน

สูตร	1				สูตร	2				สูตร	3				สูตร	4				สูตร	5				สูตร	6			
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4
1				✓	21				✓	41				✓	61				✓	81				✓	101				✓
2				✓	22				✓	42				✓	62				✓	82				✓	102				✓
3				✓	23				✓	43				✓	63				✓	83				✓	103				✓
4				✓	24				✓	44				✓	64				✓	84				✓	104				✓
5				✓	25				✓	45				✓	65				✓	85				✓	105			✓	
6			✓		26				✓	46				✓	66			✓		86			✓		106			✓	
7			✓		27		✓			47			✓		67			✓		87			✓		107			✓	
8			✓		28		✓			48			✓		68			✓		88			✓		108		✓		
9			✓		29		✓			49		✓			69			✓		89		✓			109		✓		
10			✓		30		✓			50		✓			70			✓		90		✓			110		✓		
11				✓	31				✓	51				✓	71				✓	91				✓	111				✓
12				✓	32				✓	52				✓	72				✓	92				✓	112				✓
13				✓	33				✓	53				✓	73				✓	93				✓	113				✓
14				✓	34				✓	54				✓	74				✓	94				✓	114				✓
15				✓	35				✓	55				✓	75				✓	95				✓	115				✓
16				✓	36				✓	56				✓	76				✓	96				✓	116				✓
17				✓	37				✓	57				✓	77				✓	97				✓	117				✓
18				✓	38				✓	58				✓	78				✓	98				✓	118				✓
19				✓	39				✓	59				✓	79				✓	99				✓	119				✓
20			✓		40				✓	60				✓	80				✓	100			✓		120				✓

ลงชื่อ.....

ตารางวิเคราะห์ผลลักษณะความสมบูรณ์ของเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์
และเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ เผาในบรรยากาศออกซิเดชัน

สูตร	1				สูตร	2				สูตร	3				สูตร	4				สูตร	5				สูตร	6			
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4
1				✓	21				✓	41		✓			61				✓	81		✓			101				✓
2				✓	22		✓			42		✓			62		✓			82		✓			102				✓
3			✓		23		✓			43		✓			63				✓	83				✓	103				✓
4			✓		24				✓	44			✓		64				✓	84				✓	104				✓
5			✓		25	✓				45			✓		65				✓	85				✓	105				✓
6			✓		26	✓				46			✓		66				✓	86				✓	106				✓
7			✓		27	✓				47			✓		67				✓	87				✓	107				✓
8				✓	28				✓	48				✓	68				✓	88				✓	108				✓
9				✓	29			✓		49				✓	69				✓	89				✓	109				✓
10				✓	30				✓	50				✓	70				✓	90				✓	110				✓
11				✓	31				✓	51		✓			71		✓			91		✓			111				✓
12		✓			32	✓				52		✓			72				✓	92				✓	112				✓
13		✓			33	✓				53				✓	73				✓	93				✓	113				✓
14				✓	34	✓				54				✓	74				✓	94				✓	114				✓
15				✓	35	✓				55				✓	75				✓	95				✓	115				✓
16				✓	36				✓	56				✓	76				✓	96				✓	116				✓
17				✓	37				✓	57				✓	77				✓	97				✓	117				✓
18				✓	38				✓	58				✓	78				✓	98				✓	118				✓
19				✓	39				✓	59				✓	79				✓	99				✓	119				✓
20				✓	40	✓				60				✓	80				✓	100				✓	120				✓

ลงชื่อ.....

(นายพินิจ วรรณวงศ์)

ตารางวิเคราะห์ผลลักษณะความสมบูรณ์ของเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์
และเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ เผาในบรรยากาศออกซิเดชัน

สูตร	1				สูตร	2				สูตร	3				สูตร	4				สูตร	5				สูตร	6			
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4
1				✓	21				✓	41		✓			61				✓	81		✓			101				✓
2				✓	22		✓			42		✓			62		✓			82		✓			102				✓
3			✓		23		✓			43		✓			63				✓	83				✓	103				✓
4			✓		24				✓	44			✓		64				✓	84				✓	104				✓
5			✓		25	✓				45			✓		65				✓	85				✓	105				✓
6			✓		26	✓				46			✓		66				✓	86				✓	106				✓
7			✓		27	✓				47			✓		67				✓	87				✓	107				✓
8				✓	28				✓	48				✓	68				✓	88				✓	108				✓
9				✓	29			✓		49				✓	69				✓	89				✓	109				✓
10				✓	30				✓	50				✓	70				✓	90				✓	110				✓
11				✓	31				✓	51		✓			71		✓			91		✓			111				✓
12		✓			32		✓			52		✓			72				✓	92				✓	112				✓
13		✓			33		✓			53				✓	73				✓	93				✓	113				✓
14				✓	34		✓			54				✓	74				✓	94				✓	114				✓
15				✓	35		✓			55				✓	75				✓	95				✓	115				✓
16				✓	36				✓	56				✓	76				✓	96				✓	116				✓
17				✓	37				✓	57				✓	77				✓	97				✓	117				✓
18				✓	38				✓	58				✓	78				✓	98				✓	118				✓
19				✓	39				✓	59				✓	79				✓	99				✓	119				✓
20				✓	40	✓				60				✓	80				✓	100				✓	120				✓

ลงชื่อ.....

(นริศา อมรรัตน์)

ตารางวิเคราะห์ผลลักษณะความสมบูรณ์ของเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์
และเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ เผาในบรรยากาศออกซิเดชัน

สูตร	1				สูตร	2				สูตร	3				สูตร	4				สูตร	5				สูตร	6			
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4
1				✓	21				✓	41		✓			61				✓	81		✓			101				✓
2				✓	22		✓			42		✓			62		✓			82		✓			102				✓
3			✓		23		✓			43		✓			63				✓	83				✓	103				✓
4			✓		24				✓	44			✓		64				✓	84				✓	104				✓
5			✓		25	✓				45			✓		65				✓	85				✓	105				✓
6			✓		26	✓				46			✓		66				✓	86				✓	106				✓
7			✓		27	✓				47			✓		67				✓	87				✓	107				✓
8				✓	28				✓	48				✓	68				✓	88				✓	108				✓
9				✓	29			✓		49				✓	69				✓	89				✓	109				✓
10				✓	30				✓	50				✓	70				✓	90				✓	110				✓
11				✓	31				✓	51		✓			71		✓			91		✓			111				✓
12		✓			32		✓			52		✓			72				✓	92				✓	112				✓
13		✓			33		✓			53				✓	73				✓	93				✓	113				✓
14				✓	34		✓			54				✓	74				✓	94				✓	114				✓
15				✓	35		✓			55				✓	75				✓	95				✓	115				✓
16				✓	36				✓	56				✓	76				✓	96				✓	116				✓
17				✓	37				✓	57				✓	77				✓	97				✓	117				✓
18				✓	38				✓	58				✓	78				✓	98				✓	118				✓
19				✓	39				✓	59				✓	79				✓	99				✓	119				✓
20				✓	40	✓				60				✓	80				✓	100				✓	120				✓

ลงชื่อ.....

ตารางวิเคราะห์ผลลักษณะความสมบูรณ์ของเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์
และเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ เผาในบรรยากาศรีดักชัน

สูตร	1				สูตร	2				สูตร	3				สูตร	4				สูตร	5				สูตร	6			
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4
1		✓			21		✓			41		✓			61		✓			81		✓			101		✓		
2		✓			22		✓			42		✓			62		✓			82		✓			102		✓		
3		✓			23		✓			43		✓			63		✓			83		✓			103		✓		
4		✓			24		✓			44		✓			64		✓			84				✓	104		✓		
5		✓			25		✓			45		✓			65		✓			85				✓	105		✓		
6			✓		26		✓			46		✓			66		✓			86				✓	106		✓		
7			✓		27				✓	47		✓			67				✓	87				✓	107		✓		
8			✓		28			✓		48				✓	68				✓	88				✓	108				✓
9			✓		29			✓		49				✓	69				✓	89				✓	109				✓
10			✓		30			✓		50				✓	70				✓	90				✓	110				✓
11		✓			31		✓			51		✓			71		✓			91		✓			111		✓		
12		✓			32		✓			52		✓			72		✓			92		✓			112		✓		
13		✓			33		✓			53		✓			73		✓			93		✓			113		✓		
14		✓			34		✓			54		✓			74		✓			94				✓	114		✓		
15		✓			35		✓			55		✓			75		✓			95				✓	115				✓
16				✓	36		✓			56		✓			76				✓	96				✓	116				✓
17				✓	37				✓	57				✓	77				✓	97				✓	117				✓
18				✓	38				✓	58				✓	78				✓	98				✓	118				✓
19				✓	39				✓	59				✓	79				✓	99				✓	119				✓
20				✓	40				✓	60				✓	80				✓	100				✓	120				✓

ลงชื่อ.....

(นายพิชิต วรรณเพชรัตน์)

ตารางวิเคราะห์ผลลักษณะความสมบูรณ์ของเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์
และเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ เผาในบรรยากาศรีดักชัน

สูตร	1				สูตร	2				สูตร	3				สูตร	4				สูตร	5				สูตร	6			
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4
1	✓				21		✓			41		✓			61		✓			81		✓			101		✓		
2	✓				22		✓			42		✓			62		✓			82		✓			102		✓		
3	✓				23		✓			43		✓			63		✓			83		✓			103		✓		
4	✓				24		✓			44		✓			64		✓			84				✓	104		✓		
5	✓				25		✓			45		✓			65		✓			85				✓	105		✓		
6			✓		26		✓			46		✓			66		✓			86				✓	106		✓		
7			✓		27				✓	47		✓			67				✓	87				✓	107		✓		
8			✓		28			✓		48				✓	68				✓	88				✓	108				✓
9			✓		29			✓		49				✓	69				✓	89				✓	109				✓
10			✓		30			✓		50				✓	70				✓	90				✓	110				✓
11	✓				31		✓			51		✓			71		✓			91		✓			111		✓		
12	✓				32		✓			52		✓			72		✓			92		✓			112		✓		
13	✓				33		✓			53		✓			73		✓			93		✓			113		✓		
14	✓				34		✓			54		✓			74		✓			94				✓	114		✓		
15	✓				35		✓			55		✓			75		✓			95				✓	115				✓
16				✓	36		✓			56		✓			76				✓	96				✓	116				✓
17				✓	37				✓	57				✓	77				✓	97				✓	117				✓
18				✓	38				✓	58				✓	78				✓	98				✓	118				✓
19				✓	39				✓	59				✓	79				✓	99				✓	119				✓
20				✓	40				✓	60				✓	80				✓	100				✓	120				✓

ลงชื่อ.....

(ปรีชา อมรรัตน์)

ตารางวิเคราะห์ผลลักษณะความสมบูรณ์ของเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของทองแดงออกไซด์
และเคลือบเฟลด์สปาร์ที่มีส่วนผสมของเหล็กออกไซด์ เผาในบรรยากาศรีดักชัน

สูตร	1				สูตร	2				สูตร	3				สูตร	4				สูตร	5				สูตร	6			
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4
1		✓			21		✓			41		✓			61		✓			81		✓			101		✓		
2		✓			22		✓			42		✓			62		✓			82		✓			102		✓		
3		✓			23		✓			43		✓			63		✓			83		✓			103		✓		
4		✓			24		✓			44		✓			64		✓			84				✓	104		✓		
5		✓			25		✓			45		✓			65		✓			85				✓	105		✓		
6			✓		26		✓			46		✓			66		✓			86				✓	106		✓		
7			✓		27				✓	47		✓			67				✓	87				✓	107		✓		
8			✓		28			✓		48				✓	68				✓	88				✓	108				✓
9			✓		29			✓		49				✓	69				✓	89				✓	109				✓
10			✓		30			✓		50				✓	70				✓	90				✓	110				✓
11		✓			31		✓			51		✓			71		✓			91		✓			111		✓		
12		✓			32		✓			52		✓			72		✓			92		✓			112		✓		
13		✓			33		✓			53		✓			73		✓			93		✓			113		✓		
14		✓			34		✓			54		✓			74		✓			94				✓	114		✓		
15		✓			35		✓			55		✓			75		✓			95				✓	115				✓
16				✓	36		✓			56		✓			76				✓	96				✓	116				✓
17				✓	37				✓	57				✓	77				✓	97				✓	117				✓
18				✓	38				✓	58				✓	78				✓	98				✓	118				✓
19				✓	39				✓	59				✓	79				✓	99				✓	119				✓
20				✓	40				✓	60				✓	80				✓	100				✓	120				✓

ลงชื่อ.....

ภาคผนวก ฉ

ประวัติผู้เชี่ยวชาญ และประวัติผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ นายพินิจ **ชื่อสกุล** วรรณีเวชศิลป์

ภูมิลำเนาเดิม จ. กรุงเทพมหานคร

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2510 ปริญญาตรีทางวิศกรรมทางเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CERT.IN CERAMIC ENGINEERING ประเทศญี่ปุ่น

CERT.IN REFRACTORY MANUFACTURING ประเทศญี่ปุ่น

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2511 นักวิทยาศาสตร์ตรี กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์

พ.ศ. 2521 นักวิทยาศาสตร์ 5

พ.ศ. 2525 นักวิทยาศาสตร์ 5 กองการวิจัย กรมวิทยาศาสตร์

พ.ศ. 2532 นักวิทยาศาสตร์ 6

พ.ศ. 2533 นักวิทยาศาสตร์ 7 หัวหน้าฝ่ายวิเคราะห์และทดสอบ

ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิกส์ กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ประสบการณ์

พ.ศ. 2519 - 2526 อาจารย์พิเศษทางเซรามิกส์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

พ.ศ. 2531 - 2533 อาจารย์พิเศษทางเซรามิกส์ วิทยาลัยครูพระนคร

ประวัติย่อผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ นายปรีชา **ชื่อสกุล** อมรรัตน์

ภูมิลำเนาเดิม อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2506 หลักสูตรฝึกหัดครูประถมการช่าง โรงเรียนเพาะช่าง

พ.ศ. 2512 อนุปริญญาศิลปศาสตร์ สาขา จิตรกรรม-ประติมากรรม และ ภาพพิมพ์ จาก มหาวิทยาลัยศิลปากร

พ.ศ. 2526 ปริญญาตรีทางช่างปั้นดินเผา (เกียรตินิยมอันดับ 2) จาก วิทยาลัยครูพระนคร

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2512 บริษัทเครื่องสุขภัณฑ์อเมริกันสแตนดาร์ด

พ.ศ. 2532 - 2536 ดำรงตำแหน่งรองหัวหน้าภาควิชาเครื่องเคลือบดินเผา คณะมัณฑศิลป์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

พ.ศ. 2536 - ปัจจุบัน อาจารย์ประจำภาควิชาเครื่องเคลือบดินเผา อาจารย์พิเศษทางเซรามิกส์ วิทยาลัยครูพระนคร ผู้จัดการบริษัทปรีชาเซรามิกส์

ผลงานทางวิชาการ

พ.ศ. 2529 บทความทางวิชาการเกี่ยวกับการทำพิมพ์

น้ำเคลือบขี้เถ้าผักตบชวา

รางวัลเหรียญทองแดง การประกวดเครื่องปั้นดินเผาแห่งชาติ

ครั้งที่ 1 และส่งผลงานเข้าร่วมในงานเครื่องปั้นดินเผาแห่งชาติ

ครั้งที่ 1 - 6

ประวัติของผู้เชี่ยวชาญ

ชื่อ นายสมศักดิ์ ชวาลาวัณย์ **ตำแหน่ง** หัวหน้าภาควิชาทัศนศิลป์

สถานที่ทำงาน ภาควิชาทัศนศิลป์ คณะศิลปกรรมศาสตร์ มศว.ประสานมิตร

วุฒิทางการศึกษา กศ.ม. เอกศิลปศึกษา จาก มศว.ประสานมิตร

ประวัติทางการสอนสาขาวิชาเซรามิกส์

พ.ศ.2522 เป็นอาจารย์ประจำโรงเรียนเทพศิรินทร์ เขตป้อมปราบ กรุงเทพฯ

พ.ศ.2523-2536 เป็นอาจารย์ประจำภาควิชาศิลปะและวัฒนธรรม คณะมนุษยศาสตร์ มศว.ประสานมิตร

ประวัติการทำงานพิเศษ

พ.ศ. 2526-ปัจจุบัน เป็นอาจารย์พิเศษสอนวิชาเซรามิกส์ ที่วิทยาลัยครูพระนคร

พ.ศ. 2530 เป็นอาจารย์พิเศษสอนวิชาเซรามิกส์ ที่คณะศิลปกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2535 เป็นอาจารย์พิเศษสอนวิชาเซรามิกส์ ที่มหาวิทยาลัยรังสิต

ผลงานเซรามิกส์ที่ได้รับรางวัล

ได้รับรางวัลดีเด่นจากผลงานแสดงเครื่องปั้นดินเผาแห่งชาติครั้งที่ 4 พ.ศ.2533 ประเภทศิลปกรรม

ผลงานทางวิชาการ

พ.ศ. 2524 บทความเรื่อง <u>การทดสอบทางฟิสิกส์ของดินก่อนและหลังการเผา</u> จากสูจิบัตรการแสดงนิทรรศการศิลปกรรมประสานมิตร 2524

พ.ศ. 2536 บทความเรื่อง <u>อุตสาหกรรมเซรามิกส์คืออะไร</u> จากนิตยสารวิมาน เล่ม 4 ฉบับที่ 33 เดือนมกราคม 2536

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวเบญจลักษณ์ **ชื่อสกุล** เมืองมีศรี

สถานที่เกิด เขตบางเขน กรุงเทพมหานคร

สถานที่อยู่ปัจจุบัน สถาบันราชภัฏสุราษฎร์ธานี ตำบลขุนทะเล

อำเภอเมือง จังหวัดสุราษฎร์ธานี 84100

ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน หัวหน้าภาควิชาอุตสาหกรรมศิลป์

สถานที่ทำงานปัจจุบัน สถาบันราชภัฏสุราษฎร์ธานี

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2529 ม.6 จากโรงเรียนมัธยมสาธิตวิทยาลัยครูพระนคร

พ.ศ.2533 วท.บ.(เกียรตินิยมอันดับ 2) สาขาเทคโนโลยี
เซรามิกส์ จากวิทยาลัยครูพระนคร กรุงเทพฯ

พ.ศ.2538 กศ.ม.(วิชาเอกอุตสาหกรรมศึกษา)
จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร